



PROYEK AKHIR TERAPAN RC-096599

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN *FLY ASH* PADA PASTA GEOPOLIMER

NANDIA SAMLISTIYA PUTRI
NRP. 3115 040 638

Dosen Pembimbing 1
Ir. Boedi Wibowo, CES
NIP. 19530424 198203 1 002

Dosen Pembimbing 2
Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG
Jurusan Bangunan Gedung
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



PROYEK AKHIR TERAPAN RC-096599

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN *FLY ASH* PADA PASTA GEOPOLIMER

NANDIA SAMLISTIYA PUTRI
NRP. 3115 040 638

Dosen Pembimbing 1
Ir. Boedi Wibowo, CES
NIP. 19530424 198203 1 002

Dosen Pembimbing 2
Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG
Jurusan Bangunan Gedung
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT APPLIED RC-096599

***STUDY BENEFIT OF WASTE CARBIDE AND FLY ASH IN
GEOPOLYMER PASTE***

**NANDIA SAMLISTIYA PUTRI
NRP. 3115 040 638**

Supervisor
**Ir. Boedi Wibowo, CES
NIP. 19530424 198203 1 002**

Co-Supervisor
**Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730710 199802 1 002**

**FURTHER LEVELS OF DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil and Design Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN *FLY* *ASH* PADA PASTA GEOPOLIMER

PROYEK AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
Pada

Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang
Jurusan Bangunan Gedung
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Mahasiswa



Nandia Samlistiya Putri
NRP. 3115 040 638

Disetujui oleh Pembimbing Proyek Akhir Terapan :

Pembimbing 1

Pembimbing 2

23 JAN 2017


Ir. Boedi Wibowo, CTS **Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D**
NIP. 19530424 198203 1 002 NIP. 19501015 198203 2 002

SURABAYA, 18 JANUARI 2017

ABSTRAK

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN *FLY ASH* PADA PASTA GEOPOLIMER

Dosen Pembimbing 1 : Ir. Boedi Wibowo, CES
NIP : 19501015 198203 1 002

Dosen Pembimbing 2 : Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP : 19730710 199802 1 002

Mahasiswa : Nandia Samlistiya Putri
NRP : 3115 040 638

Semen Portland merupakan hasil industri yang digunakan untuk bahan bangunan beton normal dibuat dari bahan utama yaitu batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi dan tanah liat, atau bahan lain yang serupa dengan komposisi, termasuk kedalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Eksplorasi sumber daya alam yang berlebihan, pasti akan mengganggu keseimbangan lingkungan (Hardjanto, 2001), untuk itu perlu diadakannya pengganti dengan bahan ramah lingkungan salah satunya adalah beton geopolimer yang populer dengan fly ash sebagai bahan utama pembuatan beton geopolimer. Abu terbang adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap bersifat pozolanik (Lauw, 2008). Batu bara sendiri merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (bilvapeda, 2014) dan jika di eksplorasikan terus menerus akan mengganggu keseimbangan alam. Untuk itu perlu di minimalisirkan pemanfaatan fly ash, salah satunya adalah limbah karbit. Limbah karbit merupakan sisa penguapan serbuk kalsium karbonat dengan air dari pembuatan gas acetylene. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Z, limbah karbit yang dihasilkan dalam setahun rata-rata sekitar 1978,72 m³, hal tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik karena limbah karbit

sendiri memiliki kadar CaO yang tinggi (Natania, 2016). Sehingga dalam penelitian ini memanfaatkan limbah karbit dan fly ash sebagai bahan utama pasta geopolimer.

Komposisi material yang digunakan pada penelitian ini adalah 100% limbah karbit, 50% limbah karbit : 50% *fly ash*, serta 100% *fly ash* sebagai dan aktivatornya digunakan NaOH dan Na_2SiO_3 . Molaritas NaOH 8M dan perbandingan massa larutan NaOH dan Na_2SiO_3 adalah 0,5 dan 1,5. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pemanfaatan limbah karbit dan *fly ash* pada pasta geopolimer dalam pengujian setting time, kuat tekan, porositas, UPV, dan permeabilitas. Curing dilakukan pada umur 3 hari, 28 hari dan 56 hari serta dilakukan pada suhu ruang $\pm 31^\circ\text{C}$. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah binder silinder 2,5 x 5 cm dan kubus 15 x 15 x 5 cm.

Dari hasil test kuat tekan, porositas, UPV dan permeabilitas terlihat pada benda uji pasta geopolimer semakin lama umur curing pasta dan semakin tinggi perbandingan aktivatornya maka semakin tinggi pula test yang didapat. Kuat tekan tertinggi selain terdapat pada komposisi 100% *fly ash* juga terdapat pada komposisi 50% limbah karbit : 50% *fly ash* dengan perbandingan aktivator 0,5 pada umur 56 hari sebesar 39,59 Mpa hanya selisih 0,13 Mpa dari komposisi 100% *fly ash* dengan perbandingan aktivator 1,5 pada umur 56 hari sebesar 3,72 Mpa. Penggunaan *fly ash* pada geopolimer masih belum bisa dihilangkan 100%, karena penggunaan *fly ash* yang dikombinasikan dengan limbah karbit dapat meningkatkan kuat tekan.

Kata kunci : Geopolimer, Limbah Karbit, *Fly Ash*, Aktivator.

ABSTRACT

STUDY BENEFIT OF WASTE CARBIDE ON PASTA GEOPOLYMER

Supervisor : Ir. Boedi Wibowo, CES
NIP : 19501015 198203 1 002

Co-Supervisor : Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D
NIP : 19730710 199802 1 002

Student Name : Nandia Samlistiya Putri
NRP : 3115 040 638

Portland cement is an industrial product used for normal concrete building materials made of main ingredients are limestone / lime high levels of calcium and clay, or other similar materials with the composition, including into natural resources that can not be renewed. Natural resource exploration excessive, would disrupt the environmental balance (Hardjanto, 2001), it is necessary to the holding of a replacement with environmentally friendly materials one of which is a popular geopolymer concrete with fly ash as the main material of geopolymer concrete manufacture. Waste fly ash is the result of burning coal in a steam power plant furnaces are pozolanik (Lauw 2008). Coal itself is a natural resource that can not be updated (bilvapedia, 2014) and if in continuous eksplorasikan would disrupt the balance of nature. For that we need in minimalisirkan utilization of fly ash, one of which is waste carbide. Waste carbide is the remainder of the evaporation of calcium carbonate powder with water from the manufacture of acetylene gas. Based on data obtained from PT. Z, carbide waste generated in a year on average around 1978.72 m³, it can be put to good use for waste carbide itself has a high CaO content (Natania, 2016). Thus, in

this study utilizes carbide waste and fly ash as the main material of geopolymer paste.

The composition of the material used in this study was 100% waste carbide, carbide waste 50%: 50% fly ash, as well as 100% fly ash and the activator used as NaOH and Na₂SiO₃. 8M NaOH molarity and mass ratio of NaOH and Na₂SiO₃ are 0.5 and 1.5. This study aims to determine how much influence the utilization of waste carbide and fly ash in geopolymer paste in the testing setting time, compressive strength, porosity, UPV, and permeability. Curing is done at 3 days, 28 days and 56 days and is done at room temperature $\pm 31^{\circ}\text{C}$. Specimens used in this study is the binder cylinder 2.5 x 5 cm and a cube of 15 x 15 x 5 cm.

From the test results of compressive strength, porosity, and permeability UPV seen in the test specimen geopolymer paste curing the longer life of pasta and the higher the ratio the higher the activator obtained test. The highest compressive strength besides there on the composition of a 100% fly ash is also present in 50% of waste carbide composition: 50% fly ash with activator ratio of 0.5 at the age of 56 days amounted to 39.59 Mpa 0.13 Mpa only difference from the composition of 100% fly ash with a ratio of 1.5 activator at the age of 56 days of 3.72 MPa. The use of fly ash in geopolymer still can not be eliminated 100%, due to the use of fly ash in combination with calcium carbide waste can improve the compressive strength.

Key Word : Geopolymer, Waste Carbide, Fly Ash, Activator.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala Rahmat dan Ridho-Nya yang diberikan kepada umat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir Terapan dengan judul “Studi Pemanfaatan Limbah Karbit dan *Fly Ash* Pada Pasta Geopolimer” ini. Proyek Akhir Terapan ini berisi mengenai penelitian pemanfaatan limbah industri salah satunya limbah karbit sebagai pengganti *pozzolan* dalam semen. Proyek Akhir Terapan adalah salah satu syarat akademik yang harus ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Proyek Akhir Terapan ini tersusun dan terselesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam Proyek Akhir Terapan ini. Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan Proyek Akhir Terapan ini.
2. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan do’a dan dukungan sepanjang perjalanan dalam menempuh pendidikan di Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang, sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir Terapan ini.
3. Bapak Ir. Boedi Wibowo, CES dan Bapak Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing 2 yang telah banyak memberi bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan Proyek Akhir Terapan ini.
4. Bapak Ibu Dosen yang telah membantu dalam masa penelitian.

5. Serta rekan-rekan sesama Mahasiswa di Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang.

Didalam penyusunan Proyek Akhir Terapan ini, penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi kesempurnaan Proyek Akhir Terapan ini.

Demikian yang dapat disampaikan. Terima kasih sekali lagi kepada semua yang telah ikut berperan dalam penyusunan Proyek Akhir Terapan ini. Semoga Proyek Akhir Terapan ini bisa bermanfaat bagi semua amin.

Surabaya, 11 Januari 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR GRAFIK	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat.....	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Geopolimer.....	7
2.1.1 Pengertian Geopolimer	7
2.1.2 Perbedaan Beton Geopolimer dengan Beton Portland....	8
2.1.3 Sifat-Sifat Geopolimer.....	9
a) Sifat Fisik	9
b) Sifat Kimia.....	10
2.1.4 Kelebihan dan Kekurangan Geopolimer.....	10
a) Kelebihan-kelebihan beton geopolimer	10
b) Kekurangan-kekurangan beton geopolimer	11
2.2 Limbah Karbit	11
2.2.1 Definisi Limbah Karbit.....	11
2.2.2 Sifat-Sifat Limbah Karbit	12
a) Sifat Fisik	12
b) Sifat Kimia.....	13
2.3 Fly Ash	13
2.3.1 Definisi Fly Ash.....	13

2.3.2 Sifat-Sifat Fly Ash	15
a) Sifat Kimia Fly Ash	15
b) Sifat Fisik Fly Ash	16
2.3.3 Klasifikasi Fly Ash	17
a) Kelas C	17
b) Kelas F	18
c) Kelas N	18
2.3.4 Keuntungan dan Kelemahan Fly Ash	19
2.4 Alkali Aktivator	20
2.4.1 Sodium Silikat (Na_2SiO_3)	20
2.4.2 Sodium Hidroksida (NaOH)	21
2.5 SEM-EDX	23
2.6 XRD (X-Ray Diffraction)	24
2.7 XRF (X-Ray Fluorescence)	25
2.8 Curing	25
2.8.1 Metode Curing dengan Suhu Ruang	25
2.8.3 Jenis-Jenis Pengujian yang Digunakan	25
2.8.3.1 Kuat Tekan	25
2.8.3.2 Pengaturan Waktu Vicat (Setting Time)	26
2.8.3.3 UPV	27
2.8.3.4 Porositas	28
2.8.3.5 Permeabilitas	29
BAB III	31
METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.1.1 Tempat Penelitian	31
3.1.2 Waktu Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.2.1 Alat	32
3.2.2 Bahan	32
3.3 Variabel Penelitian	33
3.3.1 Variabel Bebas	33
3.3.2 Variabel Terikat	33
3.3.3 Variabel Terkendali	33
3.4 Diagram Alir Penelitian	34

3.5 Studi Literatur	36
3.6 Persiapan Bahan dan Alat Penelitian.....	36
3.6.1 Persiapan Bahan.....	36
3.6.2 Persiapan Alat	37
3.7 Mix Desain Pasta Geopolimer.....	37
3.7.1 Membuat larutan NaOH 8M	37
3.7.2 Membuat Mix Desain untuk Cetakan Silinder Binder Geopolimer 25 mm x 50 mm.....	38
3.7.3 Membuat Mix Desain untuk Cetakan Kubus Binder Geopolimer 15 cm x 15 cm x 5 cm	42
3.8 Membuat Pasta Geopolimer	46
3.8.1 Cetakan Silinder 25 mm x 50 mm	46
3.8.2 Cetakan Kubus 15 cm x 15 cm x 5 cm	48
3.8.3 Melakukan Curing Pasta Geopolimer.....	50
3.9 Parameter Pengujian Pasta Geopolimer	51
3.9.1 Melakukan Setting Time Pasta Geopolimer	51
3.9.2 Melakukan pengujian kuat tekan pasta geopolimer	52
3.9.3 Melakukan uji UPV (Ultrasonic Pulse Velocity).....	54
3.9.4 Melakukan pengujian porositas pasta geopolimer	55
3.9.5 Melakukan pengujian permeabilitas pasta geopolimer	55
3.9.6 Standart Pengujian	58
3.10 Analisa Data Hasil Pengujian.....	58
3.11 Kesimpulan dan Saran.....	58
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	59
4.1 Umum.....	59
4.2 Hasil Uji Bahan	59
4.2.1 XRD (X-ray Diffraction)	59
4.2.2 XRF (X-Ray Fluoresence).....	59
4.2.3 SEM-EDX.....	61
4.3 Hasil Penelitian dan Analisa Data	63
4.3.1 Pengujian Setting Time.....	63
a) Setting Time 100% Limbah Karbit 8M	63
b) Setting Time 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M	64
c) Setting Time 100% Fly Ash 8M	66

d) Rekapitulasi Data Setting Time	68
e) Analisa Data Setting Time	68
4.3.2 Test Kuat Tekan.....	69
a) Kuat Tekan 100% Limbah Karbi 8M.....	69
b) Kuat Tekan 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M.....	70
c) Kuat Tekan 100% Fly Ash 8M	73
d) Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% Fly Ash 8M.....	74
e) Kuat Tekan 25% Limbah Karbit 8M : 75% Fly Ash 8M.....	75
f) Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan	76
g) Analisa Data Kuat Tekan	79
4.3.3 Test Porositas.....	79
a) Test Porositas 100% Limbah Karbit 8M.....	80
b) Test Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly ash 8M.....	81
c) Test Porositas 100% Fly ash 8M.....	82
d) Rekapitulasi Pengujian Porositas	84
e) Analisa Data Porositas	84
4.3.4 Test UPV	85
a) Test UPV 100% Limbah Karbit 8M	85
b) Test UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly ash 8M.....	88
c) Test UPV 100% Fly ash 8M	91
d) Rekapitulasi Pengujian UPV.....	95
4.3.5 Test Permeabilitas.....	96
a) Test Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M.....	96
b) Test Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly ash 8M	97
c) Test Permeabilitas 100% Fly ash 8M.....	99
d) Rekapitulasi Pengujian Permeabilitas.....	100
4.4 Analisa Penelitian.....	101
4.4.1 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas.....	101
a) 100% Limbah Karbit 8M	101

b) 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M	102
c) 100% Fly Ash 8M	103
4.4.2 Hubungan Kuat Tekan dan UPV	104
a) 100% Limbah Karbit 8M	104
b) 50% Limbah karbit 8M : 50% Fly Ash 8M	105
c) 100 Flya Ash 8M.....	106
4.4.3 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas.....	107
a) 100% Limbah Karbit 8M	107
b) 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M	108
c) 100% Fly Ash 8M	109
BAB V	111
PENUTUP	111
5.1 Kesimpulan.....	111
5.2 Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	115
BIODATA PENULIS	
LAMPIRAN 1 [PERHITUNGAN DAN REKAPITULASI]	
LAMPIRAN 2 [PERHITUNGAN MIX DESAIN]	
LAMPIRAN 3 [HASIL TES XRF]	
LAMPIRAN 4 [HASIL TES SEM-EDX FLY ASH]	
LAMPIRAN 5 [HASIL TES SEM-EDX LIMBAH KARBIT]	
LAMPIRAN 6 [DOKUMENTASI PENELITIAN]	
LAMPIRAN [LOG BOOK]	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Komposisi Kimia Limbah Karbit Dalam Persen Berat.....	13
Tabel 2.2	Tabel Komposisi Kimia <i>fly ash</i> tipe C Dalam Persen Berat (PLTU Paiton).....	15
Tabel 2.3	Tabel Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Tipe F (PLTU Paiton).....	15
Tabel 2.4	Tabel Persyaratan Kandungan Kimia <i>fly ash</i>	16
Tabel 2.5	Tabel Susunan Sifat Fisik <i>fly ash</i>	16
Tabel 2.6	Tabel Persyaratan Fisik <i>fly ash</i>	17
Tabel 2.7	Klasifikasi Kualitas Kubus Berdasarkan Kecepatan Gelombang.	28
Tabel 2.8	Klasifikasi kualitas binder berdasarkan koef. Permeabilitas.....	29
Tabel 3.1	Perhitungan Keperluan Benda Uji	46
Tabel 4.1	Hasil Analisa Kimia Limbah Karbit PT. Z.	59
Tabel 4.2	Hasil Analisa Kimia <i>Fly Ash</i> PLTU Paiton.....	60
Tabel 4.3	Hasil <i>Setting time</i> 100% Limbah Karbit.....	63
Tabel 4.4	Hasil <i>Setting Time</i> 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	65
Tabel 4.5	Hasil <i>Setting Time</i> 100% <i>Fly Ash</i> 8M	67
Tabel 4.6	Hasil Rekapitulasi Data <i>Setting Time</i>	69
Tabel 4.7	Hasil Kuat Tekan 100% Limbah Karbit 8M.	70
Tabel 4.8	Hasil Kuat Tekan 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.	71
Tabel 4.9	Hasil Kuat Tekan 100% <i>Fly Ash</i> 8M.....	73
Tabel 4.10	Hasil Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% <i>Fly Ash</i> 8M.	74

Tabel 4.11	Hasil Kuat Tekan 25% Limbah Karbit 8M : 75% <i>Fly Ash</i> 8M.	75
Tabel 4.12	Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan.	76
Tabel 4.13	Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari Semua Komposisi	77
Tabel 4.14	Hasil Porositas 100% Limbah Karbit 8M.....	80
Tabel 4.15	Hasil Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.	81
Tabel 4.16	Hasil Porositas 100% <i>Fly Ash</i> 8M.....	82
Tabel 4.17	Rekapitulasi Pengujian Porositas.	84
Tabel 4.18	Hasil UPV 100% Limbah Karbit 8M.....	85
Tabel 4.19	Hasil UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	88
Tabel 4.20	Hasil UPV 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	91
Tabel 4.21	Rekapitulasi Pengujian UPV.....	95
Tabel 4.22	Hasil Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M.	96
Tabel 4.23	Hasil Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	97
Tabel 4.24	Hasil Permeabilitas 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	99
Tabel 4.25	Rekapitulasi Pengujian Permeabilitas.....	100
Tabel 4.26	Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% Limbah Karbit 8M.	101
Tabel 4.27	Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	102
Tabel 4.28	Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% <i>Fly Ash</i> 8M.....	103
Tabel 4.29	Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% Limbah Karbit 8M.	104

Tabel 4.30	Hubungan Kuat Tekan dan UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	105
Tabel 4.31	Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	106
Tabel 4.32	Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M.	107
Tabel 4.33	Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.	108
Tabel 4.34	Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% <i>Fly Ash</i> 8M.....	109

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Pembentukan Beton Geopolimer	7
Gambar 2.2	Ikatan Polimerisasi SiO_4 dan AlO_4	7
Gambar 2.3	Ikatan Polimerisasi Si dan Al	8
Gambar 2.4	Proses Hidrasi dan Polimerisasi.....	8
Gambar 2.5	Proses Penghancuran Limbah Karbit.....	11
Gambar 2.6	<i>Fly Ash</i> Tipe C	17
Gambar 2.7	<i>Fly Ash</i> Tipe F.	18
Gambar 2.8	<i>Fly Ash</i> Tipe N.....	18
Gambar 2.9	Sodium Silikat (Na_2SiO_3).	21
Gambar 2.10	Sodium Hidroksida (NaOH).....	22
Gambar 2.11	<i>Vicat Apparatus</i>	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.	35
Gambar 3.2	Membuat Pasta Geopolimer Cetakan Silinder..	48
Gambar 3.3	Membuat Pasta Geopolimer Cetakan Kubus.	50
Gambar 3.4	Alat Vicat.....	52
Gambar 3.5	Alat Uji Kuat Tekan	53
Gambar 3.6	Pengujian UPV	55
Gambar 3.7	Pengujian Porositas.....	56
Gambar 3.8	Pengujian Permeabilitas	57
Gambar 4.1	SEM-EDX Limbah Karbit.....	61
Gambar 4.2	SEM-EDX <i>Fly Ash</i>	62

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	<i>Setting time</i> 100% Pasta Geopolimer 100% Limbah Karbit 0,5.....	64
Grafik 4.2	<i>Setting time</i> 100% Pasta Geopolimer 100%Limbah Karbit 1,5.....	64
Grafik 4.3	<i>Setting Time</i> Pasta Geopolimer 50% Limbah Karbit : 50% <i>Fly Ash</i> 0.5.....	66
Grafik 4.4	<i>Setting Time</i> Pasta Geopolimer 50% Limbah Karbit : 50% <i>Fly Ash</i> 1.5.....	66
Grafik 4.5	<i>Setting Time</i> Pasta Geopolimer 100% Fly Ash 8M 0.5.....	68
Grafik 4.6	<i>Setting Time</i> Pasta Geopolimer 100% Fly Ash 8M 1.5.....	68
Grafik 4.7	Hasil Rekapitulasi Data <i>Setting Time</i>	69
Grafik 4.8	Hasil Kuat Tekan 100% Limbah Karbit 8M	71
Grafik 4.9	Hasil Kuat Tekan 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.	72
Grafik 4.10	Hasil Kuat Tekan 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	74
Grafik 4.11	Hasil Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% Fly Ash 8M.	75
Grafik 4.12	Hasil Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% Fly Ash 8M.	76
Grafik 4.13	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	77
Grafik 4.14	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari.	78
Grafik 4.15	Hasil Porositas 100% Limbah Karbit 8M	81
Grafik 4.16	Hasil Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	82
Grafik 4.17	Hasil Porositas 100% <i>Fly Ash</i> 8M	83
Grafik 4.18	Rekapitulasi Pengujian Porositas.	84
Grafik 4.19	Hasil UPV 100% Limbah Karbit 8M.....	88
Grafik 4.20	Hasil UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly</i> <i>Ash</i> 8M.	91
Grafik 4.21	Hasil UPV 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	94

Grafik 4.22	Rekapitulasi Pengujian UPV.....	95
Grafik 4.23	Hasil Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M.	97
Grafik 4.24	Hasil Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.	98
Grafik 4.25	Hasil Permeabilitas 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	100
Grafik 4.26	Rekapitulasi Pengujian Permeabilitas.....	101
Grafik 4.27	Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% Limbah Karbit 8M.	102
Grafik 4.28	Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	103
Grafik 4.29	Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% <i>Fly</i> <i>Ash</i> 8M.	104
Grafik 4.30	Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% Limbah Karbit 8M.	105
Grafik 4.31	Hubungan Kuat Tekan dan UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	106
Grafik 4.32	Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	107
Grafik 4.33	Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M.	108
Grafik 4.34	Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% <i>Fly Ash</i> 8M.....	109
Grafik 4.35	Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% <i>Fly Ash</i> 8M.	110

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semen Portland merupakan hasil industri dari paduan berbagai sumber daya alam tidak dapat diperbarui. Eksplorasi sumber daya alam yang terus menerus dan berlebihan, pasti akan mengganggu keseimbangan lingkungan (Hardjanto, 2001). Semen Portland adalah berupa bubuk/bulk berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi dan tanah liat, atau bahan lain yang serupa dengan komposisi dan reaktivitas yang cukup kemudian dibakar dengan suhu sekitar 1450°C (Taylor, 1997). Dari proses pembuatan semen, akan terjadi penguapan karena pembakaran dengan suhu sebesar itu sehingga menghasilkan residu (sisa) yang tak larut (Nches, 2009). Hal ini diperkuat adanya pernyataan bahwa dalam pembuatan semen tiap 1 Ton semen Portland akan dihasilkan 1 Ton karbon dioksida juga (Davidovits, 1994). Penguapan tersebut berbahaya bila mencemari lingkungan sekitarnya hingga berdampak global warming maka, perlu segera dicarikan upaya untuk bisa menekan angka produksi gas yang mencemari lingkungan tersebut. Penggantian semen dalam proses pembuatan beton secara total dengan bahan lain yang lebih ramah lingkungan menjadi pilihan yang lebih menjanjikan salah satunya adalah beton geopolimer. (Hardjito, 2001).

Beton geopolimer adalah beton yang sama sekali tidak menggunakan semen sebagai material pengikat dimana *fly ash* sebagai material alternatif pengganti. Untuk aktivator digunakan sodium silikat (Na_2SiO_3) yang berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sebagai larutan alkalinya menggunakan sodium hidroksida (NaOH) yang berfungsi untuk membantu proses pengikatan antar

partikel (Paramita, 2014). SNI 03-6414-2002 mendefinisikan pengertian *fly ash* / abu terbang : Abu terbang adalah limbah hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozzolanik (Lauw, 2008). Batu bara sendiri merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (bilvapedia, 2014) dan jika di eksplorasikan terus menerus akan mengganggu keseimbangan alam. *Fly Ash* juga telah populer dalam bahan utama pembuatan beton geopolimer sehingga sudah banyak ditemukan kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam *fly ash* yaitu beton memerlukan waktu yang lama dalam proses hidrasinya, sehingga sangat penting menjaga lingkungan beton tersebut agar reaksi pozzolan dapat berlangsung dengan sempurna. Beton yang mengandung abu terbang lebih sensitif terhadap perawatan beton yang kurang baik dibandingkan beton normal. Sensitifitas perawatan beton meningkat dengan meningkatnya kandungan abu terbang di dalam beton (Ramezaniapur and Malhotra, 1995). Untuk itu perlu di minimalisirkan pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan utama dalam beton geopolimer maka diperlukan bahan alternatif lainnya yang dapat dicampurkan dengan *fly ash* salah satunya adalah limbah karbit. Limbah karbit sendiri telah banyak di gunakan pada beton campuran normal, batako, paving, maupun genteng.

Limbah karbit merupakan sisa dari pembuatan gas *acetylene*. Proses produksi gas *acetylene* menghasilkan limbah karbit. Limbah karbit yang dihasilkan merupakan sisa dari penguapan serbuk kalsium karbonat dengan air. Sejak PT. Z mulai memproduksi gas *acetylene*, limbah karbit terus saja dihasilkan. Saat ini, limbah karbit hasil dari proses produksi gas *acetylene* pada PT. Z disimpan di tempat penampungan limbah sementara yang berada di belakang *acetylene plant*. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Z, limbah karbit yang dihasilkan dalam setahun

rata-rata sekitar 1978,72 m³. Setiap 6 bulan sekali limbah karbit tersebut diambil oleh pihak ketiga. Walaupun limbah karbit sudah dilimpahkan ke pihak ketiga, namun karena jumlah limbah karbit yang dihasilkan tidak menentu, akibatnya jumlah limbah karbit yang dihasilkan tidak sebanding dengan jumlah yang diserahkan ke pihak ketiga. (Natania, 2016).

Literatur yang sehubungan dengan pemanfaatan limbah karbit pada pasta geopolimer sangat terbatas. Oleh karena itu, hal ini merupakan pemicu untuk meneliti dengan judul: **“STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN FLY ASH PADA PASTA GEOPOLIMER”**. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *fly ash* sebagai pengganti semen dan limbah karbit untuk meminimalisir penggunaan *fly ash* serta senyawa kimia Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃) sebagai aktivator pada pasta geopolimer.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan pokok yang akan dibahas didalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- a. Pada komposisi mana kuat tekan tertinggi selain komposisi 100% *fly ash* yang dapat digunakan untuk meminimalisir penggunaan *fly ash*.
- b. Bagaimana pengaruh pemanfaatan 100% limbah karbit, 100% *fly ash*, dan 50% limbah karbit : 50% *fly ash* terhadap pengujian *setting time*, kuat tekan, porositas, permeabilitas, dan *UPV*.
- c. Perbandingan aktivator manakah yang terbaik antara limbah karbit dan *fly ash*.

1.3. Batasan Masalah

Penulis akan membatasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

- a. Pasta geopolimer ini menggunakan komposisi limbah karbit 100 %, *fly ash* 100%, dan limbah karbit 50% : *fly ash* 50%.
- b. *Fly Ash* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PLTU Paiton Probolinggo.
- c. Limbah karbit yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Z.
- d. Perbandingan aktivator massa antara sodium silikat dengan sodium hidroksida adalah sebesar 0.5 dan 1.5.
- e. Molaritas sodium silikat (NaOH) yang dipakai 8M.
- f. Tidak membahas reaksi-reaksi kimia.
- g. Pelaksanaan tugas akhir dilakukan pada skala laboratorium.
- h. Analisa yang dilakukan tidak meninjau segi biaya.
- i. Benda uji silinder dengan ukuran diameter 25 mm dan tinggi 50 mm.
- j. Benda uji kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm.
- k. Uji standar yang dilakukan adalah *setting time*, kuat tekan, porositas, permeabilitas, dan *UPV*.
- l. Umur pengujian pasta pada umur 3 hari, 28 hari dan 56 hari.
- m. Perawatan pasta dilakukan pada suhu ruang dengan suhu sebesar $\pm 31^{\circ}\text{C}$.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini meliputi:

- a. Mengetahui komposisi kuat tekan tertinggi selain komposisi 100% *fly ash* yang dapat digunakan untuk meminimalisir penggunaan *fly ash*.
- b. Mengetahui pemanfaatan 100 % limbah karbit, 100 % *fly ash*, dan 50% limbah karbit : 50% *fly ash* terhadap *setting time*, kuat tekan, porositas, permeabilitas, dan *UPV*.
- c. Perbandingan aktivator manakah yang terbaik antara limbah karbit dan *fly ash*.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan ini sebagai berikut:

- a. Mengurangi efek pemakaian semen dengan cara memanfaatkan limbah industri.
- b. Meminimalisir pemanfaatan *fly ash*.
- c. Mengurangi dampak lingkungan dari penumpukan limbah karbit dan *fly ash* dengan cara memanfaatkan limbah tersebut sebagai salah satu bahan utama pembuatan pasta geopolimer.

“ Halaman ini sengaja dikosongan ”

BAB II

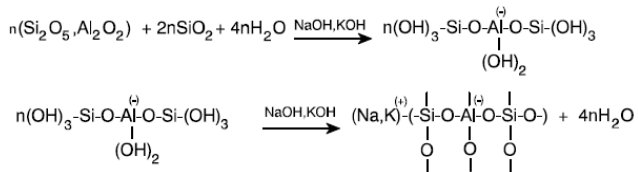
2.1 Geopolimer

2.1.1 Pengertian Geopolimer

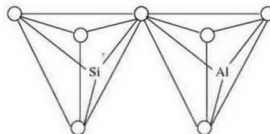
Istilah geopolimer pertama kali diperkenalkan oleh Davidovits pada tahun 1978 untuk menggambarkan jenis pengikat mineral yang memiliki komposisi kimia menyerupai *zeolit* tetapi memiliki mikrostruktur yang *amorf*.

Geopolimer merupakan produk beton geosintetik dimana reaksi pengikatan yang terjadi adalah reaksi polimerisasi. Dalam reaksi polimerisasi ini Alumunium (Al) dan Silika (Si) mempunyai peranan penting dalam ikatan polimerisasi Hal ini ditunjukkan dalam bentuk rasio perbandingan Si/Al, semakin besar ratio Si/Al karakter polimer semakin terbentuk kuat. (Davidovits, 1994).

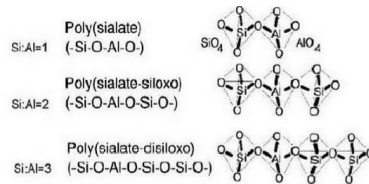
Skema pembentukkan beton geopolimer dapat dilihat persamaan Gambar 2.1. dan Gambar 2.2. (Jaarsveld, 1997; Davidovits, 1999)



Gambar 2.1 Skema Pembentukan Beton Geopolimer (Sumber: Jaarsveld, 1997)



Gambar 2.2 Ikatan Polimerisasi SiO_4 dan AlO_4 (Sumber: Davidovids, 1999)



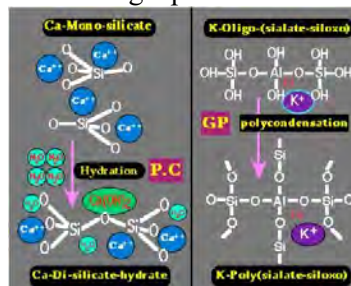
Gambar 2.3 Ikatan Polimerisasi Si dan Al (Sumber: Davidovids, 1994)

Terdapat beberapa kelebihan binder antara lain:

- Pembuatan geopolimer juga tidak menghasilkan emisi gas CO_2 seperti pada pembuatan semen Portland (Malhotra, 1999).
- Beton geopolimer juga hemat energi dan ramah lingkungan karena geopolimerisasi hanya memerlukan pemanasan di suhu yang relatif rendah. Energi yang diperlukan hanya kurang lebih 3/5 dibanding pembuatan portland semen (Davidovits, 1991)

2.1.2 Perbedaan Beton Geopolimer dengan Beton Portland

Beton geopolimer ini terbentuk dari reaksi kimia dan bukan dari reaksi hidrasi seperti pada beton *portland* (Davidovits, 1999). Proses pengerasan yang berbeda antara beton *portland* dan beton geopolimer.



Gambar 2.4 Proses Hidrasi dan Polimerisasi (Sumber: Davidovits, 2013)

Proses pembentukan beton geopolimer disebut dengan proses polimerisasi kondensasi, yaitu reaksi gugus fungsi banyak (molekul yang mengandung dua gugus fungsi atau lebih yang dapat bereaksi) yang menghasilkan satu molekul besar bergugus fungsi banyak pula dan diikuti oleh pelepasan molekul kecil. (Davidovits, 2013).

2.1.3 Sifat-Sifat Geopolimer

Geopolimer memiliki sifat-sifat yang membedakannya dengan material lain, baik sifat fisik maupun kimia. Sifat fisik merupakan sifat yang dimiliki material tanpa bereaksi dengan bahan lain, termasuk sifat mekanik. Sedangkan sifat kimia adalah perilaku material apabila bereaksi secara kimia dengan bahan lain.

a. Sifat fisik

Data di bawah ini merupakan sifat fisik yang umumnya dimiliki geopolimer (Davidovit, 2008)

Semen Geopolimer

- Penyusutan selama setting : <0.05%, tidak dapat diukur
- Kuat tekan (uniaxial) : >90 Mpa pada 28 hari (untuk kekuatan awal tinggi mencapai 20 Mpa setelah 4 jam)
- Kuat flexural : 10-15 Mpa pada 28 hari (untuk kekuatan awal tinggi mencapai 10 Mpa setelah 24 jam)
- Modulus young : >2 Gpa
- Freeze-thaw : massa yang hilang <0.1 % (ASTM 4842), kekuatan yang hilang <5% setelah 180 siklus.
- Wet-dry : massa yang hilang <0.1% (ASTM 4843)

Binder Geopolimer

- Ekspansi linier : $< 5.10^{-6}/K$
- Konduktivitas panas : 0.2 sampai 0.4 W/K.m
- Specific heat : 0.7-1.0 KJ/kg
- Densitas bulk : 1 sampai 1.9 g/ML
- Porositas terbuka : 15-30 %
- Penyusutan geopolimerisasi : 0.2 – 0.4 %
- D.T.A : endotermik pada 250oC (air zeolitik)

b. Sifat kimia

Data di bawah ini merupakan sifat kimia yang umumnya dimiliki geopolimer (Davidovit, 2008)

Ketahanan kimia geopolimer

- Geopolimer yang direndam asam sulfat 10% hanya mengalami penyusutan massa 0.1 % perhari dan asam klorida 5% hanya menyebabkan penyusutan 1% perhari. Perendaman dengan KOH 50% hanya menyusut 0.02% perhari, larutan sulfat menyebabkan penyusutan 0.02% pada 28 hari, sedangkan larutan amonia tidak menyebabkan penyusutan massa pada geopolimer. Reaksi alkali agregat tidak terjadi pada geopolimer.
- Nilai pH antara 11,5-12,5. Bandingkan dengan pasta semen *Portland* yang memiliki pH antara 12-13
- Pelarutan (leaching) dalam air, setelah 180 hari: $K_2O < 0.015 \%$
- Absorpsi air: $< 3\%$, tidak terkait pada permeabilitas

2.1.4 Kelebihan dan Kekurangan Geopolimer

- a. Kelebihan-kelebihan beton geopolimer (Skvara, 2006) :
 - Tahan terhadap lingkungan korosif,
 - Tahan terhadap reaksi alkali silika.

- Tidak menggunakan semen sebagai bahan perekatnya, maka dapat mengurangi polusi udara.
- b. Kekurangan-kekurangan beton geopolimer:
 - Pembuatan beton geopolimer lebih rumit dibandingkan beton semen, karena membutuhkan alkaline aktivator,
 - Belum ada rancang campuran yang pasti.
 - Memiliki *water absorption* kurang dari 3%.

2.2 Limbah Karbit



Gambar 2.5 Proses Penghancuran Limbah Karbit (Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

2.2.1 Definisi Limbah Karbit

Limbah karbit adalah sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas asetilin. Di golongan dalam jenis kapur padam seperti yang dinyatakan Zainal Abidin (1984) memiliki sifat-sifat kapur untuk bahan bangunan sesuai dengan SII 0024-80 dengan adanya dua parameter yaitu kadar $\text{CaO} + \text{MgO}$ lebih rendah dan CO_2 yang cukup tinggi.

Gas Calcium Dicarbide (Calcium acetylide, calcium carbide) atau lebih dikenal sebagai gas karbit adalah suatu senyawa tak berwarna CaC_2 . Di negara

yang mempunyai tenaga listrik kuat dibuat dengan memanaskan Kalsium Oksida (CaO) atau batu gamping dengan kokas atau etuna pada suhu di atas 20000°C didalam tungku busur elektrik. Kristal hasil pembakaran terdiri dari ion Ca^{2+} dan Ca^{2-} dengan susunan seperti Natrium Klorida. Jhon Daith yang dikutip oleh M. Istiwinarni (1999 : 20) menjelaskan bila air ditambahkan pada kalsium karbida dihasilkan bahan dasar etuna organik yang berupa gas dan endapan.

Kalsium karbit yang merupakan hasil sampingan pembuatan gas *acetelyn* adalah berupa padatan berwarna putih kehitaman atau keabu-abuan dengan berat jenis sebesar 2.22. Awal dihasilkannya limbah karbit berupa koloid (semi cair) karena gas ini mengandung gas dan air. Setelah 3-7 hari, gas yang terkandung menguap perlahan seiring dengan penguapan gas dan air kapur limbah karbit mulai mengering, berubah menjadi gumpalan-gumpalan yang rapuh dan mudah di hancurkan serta dapat menjadi serbuk. (Hendratmo, 2010)

2.2.2 Sifat-Sifat Limbah Karbit

Limbah karbit memiliki berbagai macam sifat-sifat, baik sifat fisik maupun kimia. Sifat fisik merupakan sifat yang dimiliki variabel tanpa bereaksi dengan bahan lain, termasuk sifat mekanik. Sedangkan sifat kimia adalah perilaku material apabila bereaksi secara kimia dengan bahan lain.

a. Sifat fisik

Yus Yudyiantoro (1998:33) menyatakan kandungan kalsium yang cukup tinggi membuat limbah karbit ini memiliki sifat-sifat fisik yang menyerupai kalsium hidroksida dalam hal:

1. Senyawa kimia terbesar adalah CaO dan Ca(OH)_2 .
2. Daya ikat terhadap air cukup tinggi.
3. Sifat non plastis karena merupakan bahan berbutir.
4. Mempunyai bau karbit yang khas.
5. Diameter butiran-butiran relatif lebih besar dibanding butiran lempung.
6. Dapat merusak kulit terutama limbah karbit yang baru keluar dari pemrosesan.

b. Sifat kimia

Tabel 2.1 Tabel Komposisi Kimia Limbah Karbit
Dalam Persen Berat

Senyawa	Jumlah %
SiO_2	0,50
CaO	72,33
Fe_2O_3	0,04
Al_2O_3	3,20
lain - lain	23,93

(Sumber: Santoso, 2007)

2.3 Fly Ash

2.3.1 Definisi Fly Ash

Fly ash merupakan bagian dari sisa abu pembakaran yang berupa bubuk halus dan ringan yang diambil dari campuran gas tungku pembakaran menggunakan bahan batubara pada boiler Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). *Fly ash* diambil secara mekanik dengan sistem pengendapan elektrostatis (Hidayat, 1986).

Fly ash adalah mineral *admixture* yang berasal dari sisa pembakaran batubara yang tidak terpakai. Material

ini mempunyai kadar bahan semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozzolanik (Himawan dan Darma, 2000:25).

Secara kimia *fly ash* merupakan material oksida anorganik yang mengandung silika dan alumina aktif karena sudah melalui proses pembakaran pada suhu tinggi. Bersifat aktif yaitu dapat bereaksi dengan komponen lain dalam komposisinya untuk membentuk material baru (*mulite*) yang tahan terhadap suhu tinggi (Ardha, 2003).

Fly ash memiliki butiran yang lebih halus daripada butiran semen dan mempunyai sifat hidrolis. *Fly ash* bila digunakan sebagai bahan tambah atau pengganti sebagian semen maka tidak sekedar menambah kekuatan mortar, tetapi secara mekanik *fly ash* ini akan mengisi ruang kosong (rongga) di antara butiran-butiran dan secara kimiawi akan memberikan sifat hidrolis pada kapur mati yang dihasilkan dari proses hidrasi, dimana mortar hidrolis ini akan lebih kuat daripada mortar udara (kapur mati dan air) (Suhud, 1993).

Dengan adanya tambahan air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. Pakar teknologi beton yang bermukim di Kanada mempelopori riset penggunaan *fly ash* dalam proporsi cukup besar (hingga 60-65% dari total semen portland yang dibutuhkan) sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam proses pembuatan mortar (Malhotra, 2001).

Fly ash termasuk bahan pozzolan buatan karena sifatnya yang pozzolanik, partikel halus tersebut dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air sehingga membentuk senyawa yang bersifat mengikat. *Fly ash* dapat dimanfaatkan sebagai bahan

pengganti pemakaian sebagian semen, baik untuk adukan (mortar) maupun untuk campuran beton. Keuntungan lain dari pemakaian *fly ash* adalah dapat meningkatkan ketahanan/keawetan mortar terhadap ion sulfat (Hidayat, 1986).

Dalam perkembangannya, *fly ash* tidak hanya digunakan untuk mengganti sebagian semen tetapi dapat juga digunakan sebagai pengganti seluruh semen. Dengan demikian *fly ash* difungsikan dengan bahan alkaline dan sebagai aktivatornya digunakan NaOH dan sodium silikat (Na_2SiO_3) sehingga terjadi proses polimerisasi yang selanjutnya mengikat agregat-agregat.

2.3.2 Sifat-Sifat *Fly Ash*

a. Sifat kimia *fly ash*

Tabel 2.2 Tabel Komposisi Kimia *Fly Ash* Dalam Persen Berat Tipe C (PLTU Paiton)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	LOI
52.16	36.08	8.4	1.38	0.12	1.91

(Sumber: Rahmi, 2005)

Tabel 2.3 Tabel Komposisi Kimia *Fly Ash* Tipe F (PLTU Paiton)

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji <i>Fly Ash</i> PLTU Paiton
1.	Berat Jenis	g / cm^3	1.43
2.	Kadar Air	% berat	0.20
3.	Hilang Pijar	% berat	0.43
4.	SiO_2	% berat	62.49
5.	Al_2O_3	% berat	6.36
6.	Fe_2O_3	% berat	16.71
7.	CaO	% berat	5.69
8.	MgO	% berat	0.79
9.	S(SO_4)	% berat	7.93

(Sumber: Rahmi, 2005)

Tabel 2.4 Tabel Persyaratan Kandungan Kimia *Fly Ash*

Senyawa	Kelas Campuran Mineral		
	F (%)	N (%)	C (%)
$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	70	70	50
SO_3	4	5	5
Moisture content	3	3	3
Loss of Ignition	10	6	6
Alkali Na_2O	1.5	1.5	1.5

(Sumber: ASTM C 618-96 Vol. 04.02)

b. Sifat fisik *fly ash*

Sifat fisik *fly ash* menurut (*ACI Manual of Concrete Practice 1993 Parts 1 226.3R-6*) adalah

1. *Specific gravity* 2.2 – 2.8
2. Ukuran ϕ 1 mikron - ϕ 1 mm dengan kehalusan 70% - 80% lolos saringan no.200 (75 mikron)
3. Kehalusan :
 - % tertahan ayakan 0.075 mm : 3.5
 - % tertahan ayakan 0.045 mm : 19.3
 - % sampai ke dasar : 77.2

Tabel 2.5 Tabel Susunan Sifat Fisik *Fly Ash*

No.	Uraian	Kelas F (%)	Kelas C (%)
1.	Kehalusan sisa di atas ayakan 45 μm	34.0	34.0
2.	Indeks keaktifan pozolan dengan PC (kelas I) pada umur 28 hari	75.0	75.0
3.	Air	105.0	105.0
4.	Pengembangan dengan <i>Autoclave</i>	0.8	0.8

(Sumber: ASTM C 618 – 91 (dalam husin, 1998))

Tabel 2.6 Tabel Persyaratan Fisik *Fly Ash*

No.	Persyaratan Fisika	Kelas Campuran Mineral		
		F (%)	N (%)	C (%)
1.	Jumlah yang tertahan ayakan 45 μm (ro.325)	34	34	34
2.	Indeks aktivitas kekuatan :			
	Dengan semen umur 7 hari	75	75	75
	Dengan semen umur 28 hari	75	75	75
3.	Kebutuhan air	115	105	105
4.	<i>Autoclave ekspansion</i> atau <i>contraction</i>	0.8	0.8	0.8
5.	<i>Density</i>	5	5	5
6.	% tertahan ayakan 45 μm	5	5	5

(Sumber: ASTM C 618 – 96 volume 04.02)

2.3.3 Klasifikasi *Fly Ash*

Fly ash dapat dibedakan menjadi 3 jenis (*ACI Manual of Concrete Practice 1993 Parts 1 226.3R-3*), yaitu:

a. Kelas C

1. *Fly ash* yang mengandung CaO lebih dari 10%, dihasilkan dari pembakaran lignite atau sub bitumen batubara.
2. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 50%
3. Kadar Na_2O mencapai 10%
4. Pada campuran beton digunakan sebanyak 15% - 35% dari total berat binder.

**Gambar 2.6** *Fly Ash* Tipe C (Sumber: Lauw, 2008)

b. Kelas F

1. *Fly ash* yang mengandung CaO kurang dari 10%, dihasilkan dari pembakaran anthrachite atau bitumen batubara.
2. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) > 70%
3. Kadar Na_2O < 5%
4. Pada campuran beton digunakan sebanyak 15% - 25% dari total berat binder.



Gambar 2.7 *Fly Ash* Tipe F (Sumber: Lauw, 2008)

c. Kelas N

Pozzolan alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah diatomic, *opaline chert*, dan *shales, tuff* dan abu vulkanik, dimana bisa diproses melalui pembakaran atau tidak. Selain itu juga berbagai hasil pembakaran yang mempunyai sifat *pozzolan* yang baik.



Gambar 2.8 *Fly Ash* Tipe N (Sumber: Lauw, 2008)

Dari ketiga jenis *fly ash* di atas yang bisa digunakan sebagai geopolimer adalah jenis *fly ash* yang memiliki

kandungan CaO rendah dan kandungan Si dan Al lebih dari 50% yaitu *fly ash* tipe C dan F karena Si dan Al merupakan unsur yang utama dalam terjadinya proses geopolimerisasi. Geopolimer yang menggunakan *fly ash* tipe C menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan *fly ash* tipe F baik yang menggunakan *curing* dengan oven maupun pada suhu ruang (Prasetio, 2007).

2.3.4 Keuntungan dan Kelemahan *Fly Ash*

Keuntungan *fly ash* digunakan sebagai bahan pengganti sepenuhnya semen untuk *patch repair* karena sifatnya yang pozzolan yang dapat meningkatkan ketahanan / keawetan beton terhadap ion sulfat.

Fly ash cukup baik digunakan sebagai bahan ikat karena bahan penyusun utamanya adalah silikon dioksida (SiO_2), aluminium (Al_2O_3), besi (Fe_2O_3) dan kalsium (CaO) sedangkan magnesium, potasium, sodium, titanium, dan sulfur juga ada tetapi dalam jumlah yang kecil. Oksida-oksida tersebut dapat bereaksi dengan kapur bebas yang dilepaskan semen ketika bereaksi dengan air. Dengan pemakaian *fly ash* sebesar 20 – 30% terhadap berat binder maka jumlah binder akan berkurang secara signifikan dan dapat menambah kuat tekan mortar. Pengurangan jumlah binder akan menurunkan biaya material sehingga efisiensi dapat ditingkatkan, sekaligus sebagai bentuk pemanfaatan limbah yang akan membantu menjaga kelestarian lingkungan (Clarence 1966:24).

Di samping kelebihan *fly ash* juga mempunyai kelemahan sebagai bahan mortar geopolimer diantaranya proses pengerasan dan penambahan kekuatan mortarnya agak lambat sehingga pemakaian *fly ash* kurang baik untuk pengerjaan mortar yang memerlukan waktu pengerasan dan kekuatan awal yang

tinggi, pengendalian mutu sering dilakukan karena mutu *fly ash* sangat tergantung pada proses pembakaran (suhu) serta jenis batubara yang digunakan (Husin, 1998).

2.4 Alkali Aktivator

Sodium silikat dan sodium hidroksida digunakan sebagai alkali aktivator (Hardjito, 2004). Sodium silikat mempunyai fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

2.4.1 Sodium Silikat (Na_2SiO_3)

Sodium silikat merupakan salah satu bahan tertua dan yang paling aman yang sering digunakan di dalam industri kimia. Proses produksinya yang lebih sederhana menyebabkan sodium silikat berkembang dengan cepat sejak tahun 1818. Sodium silikat dapat dibuat dengan 2 proses yaitu proses kering dan proses basah. Pada proses kering, pasir (SiO_2) dicampur dengan sodium carbonate (Na_2SiO_3) atau dengan potassium carbonate (K_2CO_3) pada temperatur 1100 - 1200°C. Hasil reaksi tersebut menghasilkan kaca (*cullets*) yang dilarutkan ke dalam air dengan tekanan tinggi menjadi cairan yang kering dan agak kental. Sedangkan pada proses pembuatan basah, pasir (SiO_2) dicampur dengan sodium hidroksida (NaOH) melalui proses filtrasi sehingga menghasilkan sodium silikat yang murni.

Sodium silikat terdapat dalam 2 bentuk, yaitu padatan dan larutan. Untuk campuran mortar lebih banyak digunakan sodium silikat dengan bentuk larutan. Sodium silikat pada mulanya digunakan sebagai campuran dalam pembuatan sabun. Tetapi dalam perkembangannya sodium silikat dapat

digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain untuk bahan campuran semen, pengikat keramik, campuran cat serta dalam beberapa keperluan seperti kertas, tekstil dan serat. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa sodium silikat dapat digunakan untuk bahan campuran dalam beton (Hartono, 2002). Dalam penelitian ini, sodium silikat digunakan sebagai alkali *activator*.

Sodium silikat ini merupakan salah satu larutan alkali yang berperan penting dalam proses polimerisasi karena sodium silikat mempunyai fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Reaksi terjadi secara cepat ketika larutan alkali banyak mengandung larutan silika seperti sodium silikat, dibandingkan reaksi yang terjadi akibat larutan alkali yang banyak mengandung larutan hidroksida.



Gambar 2.9 Sodium Silikat (Na_2SiO_3) (Sumber: Lauw, 2008)

2.4.2 Sodium Hidroksida (NaOH)

Sodium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik atau natrium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Sodium hidroksida membentuk larutan alkalin yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Sodium hidroksida adalah basa

yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia.

Sodium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pellet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%. Bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbondioksida dari udara bebas. NaOH sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan.

Sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat. Sebagai *activator*, sodium hidroksida harus dilarutkan terlebih dahulu dengan air sesuai dengan molaritas yang diinginkan. Larutan ini harus dibuat dan didiamkan setidaknya 24 jam sebelum pemakaian. (Hardjito, 2005).



Gambar 2.10 Sodium Hidroksida (NaOH) (Sumber: Lauw, 2008)

Menghitung molar pada sodium hidroksida mengikuti rumus sebagai berikut:

$$M = \left(\frac{\text{gram}}{Mr} \right) \times \left(\frac{1000}{v} \right)$$

Dimana:

M = Molaritas yang diinginkan

Mr = Jumlah Ar dari unsur senyawa

2.5 SEM-EDX

SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Selain itu juga dapat menentukan lokasi berkas elektron yang berintensitas tertinggi itu.

Ketika dilakukan pengamatan terhadap material, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron yang berintensitas tertinggi di – scan ke seluruh permukaan material pengamatan. Karena luasnya daerah pengamatan kita dapat membatasi lokasi pengamatan yang kita lakukan dengan melakukan zoom – in atau zoom – out. Dengan memanfaatkan berkas pantulan dari benda tersebut maka informasi dapat di ketahui dengan menggunakan program pengolahan citra yang terdapat dalam komputer.

SEM (*Scanning Electron Microscope*) memiliki resolusi yang lebih tinggi dari pada mikroskop optik. Hal ini disebabkan oleh panjang gelombang de Broglie yang memiliki elektron lebih pendek daripada gelombang optik. Karena makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop.

SEM mempunyai kegunaan yakni pengamatan dan pengkajian morfologi material padatan berskala mikro dengan resolusi hingga 3 nm dan pembesaran hingga 1 juta kali.

Detektor Energy Dispersive X-ray (EDX) memungkinkan dilakukannya mikroanalisis secara kualitatif dan semi kuantitatif untuk unsur-unsur mulai dari litium (Li) sampai uranium (U).

2.6 XRD (*X-Ray Diffraction*)

XRD merupakan alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dari suatu bahan padat. Semua bahan yang mengandung kristal tertentu ketika dianalisa menggunakan XRD akan memunculkan puncak – puncak yang spesifik. Sehingga kelemahan alat ini tidak dapat untuk mengkarakterisasi bahan yang bersifat amorf.

Metode difraksi umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang belum diketahui yang terkandung dalam suatu padatan dengan cara membandingkan dengan data difraksi dengan database yang dikeluarkan oleh *International Centre for Diffraction Data* berupa PDF Powder Diffraction File (PDF).

XRD (*X-Ray Diffraction*) mempunyai kegunaan sebagai berikut:

Penentuan struktur kristal:

1. Bentuk dan ukuran sel satuan kristal (d, sudut, dan panjang ikatan)
2. Pengindeks-an bidang kristal,
3. Jumlah atom per-sel satuan

Analisis kimia:

1. Identifikasi/Penentuan jenis Kristal
2. Penentuan kemurnian relatif dan derajat kristalinitas sampel
3. Deteksi senyawa baru
4. Deteksi kerusakan oleh suatu perlakuan

2.7 XRF (*X-Ray Fluorescence*)

XRF merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sample dengan menggunakan metode spektrometri. XRF umumnya digunakan untuk menganalisa unsur dalam mineral atau batuan. Analisis unsur dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam bahan.

2.8 *Curing*

2.8.1 Metode *Curing* dengan Suhu Ruang

Perawatan ini harus diikuti setelah lebih dari 24 jam, minimal selama umur 3 hari, agar kekuatan tekan dapat tercapai sesuai dengan rencana pada umur 28 hari dan 56 hari. Suhu ruang $\pm 31^{\circ}\text{C}$. Umur perawatan ini mengacu pada standart **ASTM C 39-40** dan **AASHTO T22-15**¹.

2.8.2 Jenis-Jenis Pengujian yang Digunakan

2.8.2.1 Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan ini mengacu pada standart **ASTM C 39-04a** dan **AASHTO T22-15**¹. Salah satu sifat mekanik yang digunakan sebagai parameter *geopolymer* adalah kuat tekan. Kuat tekan *geopolymer* dapat dipengaruhi oleh :

- Umur *geopolymer*
- Temperatur dan lama waktu *curing*
- Kadar air dalam *geopolymer*

Untuk perhitungan beton pada umur 28 hari, menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$f_{ci} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

P = Beban maksimum (kg).

A = Luas penampang benda uji (cm^2).

f_{ci} = Kuat tekan beton yang didapat dari hasil pengujian (kg/cm^2).

f_{cr} = Kuat tekan beton rata-rata (kg/cm^2).

n = Jumlah benda uji, minimum 20 buah.

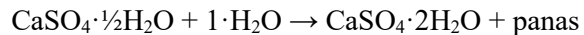
2.8.2.2 Pengaturan Waktu Vicat (*Setting Time*)

1. Waktu kerja

Waktu kerja atau waktu pengaturan awal adalah jangka waktu dari awal pencampuran sampai massa mencapai tahap setengah-keras dan ditandai dengan adanya reaksi *setting* sebagian.

2. Waktu *setting* akhir

Waktu *setting* akhir adalah jangka waktu dari waktu pencampuran sampai massa menjadi keras dan bisa di pisahkan dari bahan pencetakan. Waktu *setting* akhir ditandai dengan adanya penyelesaian reaksi hydration dan melepaskan panas seperti pada reaksi berikut.



Pengujian *Setting time* ini mengacu pada standart **ASTM C 191 – 04**. Menurut *Internasional Organization for Standarization-9694:1996*. Tes waktu atau *setting time* di lakukan dengan menggunakan jarum vicat.



Gambar 2.11 *Vicat Apparatus* (Sumber: Anusavice KJ. Phillips Science Of Dental Material. **11th** Ed, 2003; hal 262)

2.8.2.3 UPV

UPV adalah pengujian kekuatan tekan binder secara tidak langsung, melalui pengukuran kecepatan perambatan gelombang elektronik longitudinal pada media kubus. Pengujian UPV ini mengacu pada standart **ASTM C 597-09**.

Tes UPV dapat digunakan untuk:

1. Mengetahui keseragaman kualitas kubus
2. Mengetahui kualitas struktur binder setelah umur beberapa tahun
3. Mengetahui kekuatan tekan kubus
4. Menghitung modulus elastisitas dan koefisien poisson kubus.

(*International Atomic Energy Agency, 2002*)

Kecepatan gelombang ultrasonik dipengaruhi oleh kekakuan elastis dan kekuatan kubus. Pada kubus yang pematatannya kurang baik, atau mengalami kerusakan butiran material, gelombang *UPV* akan mengalami penurunan kecepatan. Perubahan kekuatan kubus pada tes *UPV* ditunjukkan dengan perbedaan kecepatan gelombangnya; jika turun, adalah tanda bahwa

binder mengalami penurunan kekuatan, sebaliknya jika kecepatannya naik, adalah tanda bahwa kekuatan binder meningkat (Hamidian, 2012). Whitehurst melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan kecepatan gelombang dan kualitas kubus, hasilnya seperti pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Klasifikasi Kualitas Kubus Berdasarkan Kecepatan Gelombang

Kecepatan gelombang longitudinal		Kualitas beton
km/ (detik.10 ³)	Ft/ detik	
>4,5	> 15	Sangat bagus
3,5 – 4,5	12 – 15	Bagus
3,0 – 3,5	10 – 12	Diragukan
2,0 – 3,0	7 – 10	Jelek
< 2,0	<7	Sangat jelek

(Sumber: *International Atomic Energy Agency*, 2002 : 110)

2.8.2.4 Porositas

Porositas adalah ukuran banyaknya ruang kosong dalam bahan tertentu dan dalam hal ini adalah geopolimer. Pengujian porositas ini mengacu pada standart **RILEM CPC 11.3**. Porositas dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{W_{sa} - W_d}{W_{sa} - W_{sw}} \times 100 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

- P = Total Porosity (%)
- W_{sa} = Berat benda uji jenuh air di udara (gr)
- W_{sw} = Berat benda uji jenuh air di dalam air (gr)
- W_d = Berat benda uji setelah dioven pada suhu 105°C selama 24 jam (gr)

2.8.2.5 Permeabilitas

Permeabilitas adalah ukuran kemampuan bahan untuk membentuk medan magnet di dalamnya. Hal ini didefinisikan sebagai rasio antara kerapatan medan magnet (B) dalam media dan kuat medan magnet luar (H). Dalam output alat permeabilitas terbaca nilai kT (koef. Permeabilitas) dan L (ketebalan). Pengujian UPV ini mengacu pada standart **SN 505 252/1, Annex E**. Permeabilitas dalam ruang bebas (vakum) adalah mungkin permeabilitas terendah dan nilai-nilainya adalah $1,000 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. (Ina Ardyanty, 2016)

Tabel 2.8 Klasifikasi kualitas binder berdasarkan koef. Permeabilitas

Kualitas Beton	Indeks	$kT (10^{-16} \text{m}^2)$
Sangat Jelek	5	> 10
Jelek	4	$1,0 - 10$
Normal	3	$0,1 - 1,0$
Baik	2	$0,01 - 0,1$
Sangat Baik	1	$< 0,01$

(Operating Instructions Permeability Tester TORRENT)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi sangat penting dan diperlukan dalam sebuah penelitian. Hal ini penting agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terarah sehingga hasil yang di dapatkan lebih optimum.

Adapun metodologi penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut:

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu dan tempat melakukan penelitian dilakukan akan dijelaskan pada sub bab 3.1.1 dan 3.1.2 berikut:

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di:

1. Laboratorium Baja D3 T.Sipil – Kampus ITS Manyar (Mempersiapkan semua alat dan bahan, mixing, serta Pencetakan binder hingga kubus)
2. Laboratorium Uji Jalan D3 T.Sipil – Kampus ITS Manyar (Pengujian porositas binder)
3. Laboratorium Beton D3 T.Sipil – Kampus ITS Manyar (Pengujian permeabilitas dan UPV kubus)
4. Laboratorium Struktur S1 T.Sipil – Kampus ITS Sukolilo (Pengujian kuat tekan binder)
5. Laboratorium Energi ITS (Pengujian SEM-EDX)
6. Laboratorium PT. Semen Gresik (Pengujian XRD dan XRF)

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai dengan Desember 2016 (Lampiran: Log Book Limbah Karbit dan *Fly Ash*)

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan pada Sub Bab berikut:

3.2.1 Alat

Berikut ini adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian:

1. Loyang mix kubus
2. Timbangan digital
3. Cetakan silinder geopolimer 25 x 50 mm
4. Cetakan kubus geopolimer 15 x 15 x 5 cm
5. Alat uji *setting time* (vicat)
6. Alat uji porositas (vacum)
7. Alat uji permeabilitas (*Permeability Tester Torrent*)
8. Alat uji UPV
9. Alat uji kuat tekan
6. Gelas ukur 1000cc / liter
7. Pengukur waktu (Stopwatch)
8. Penggaris dan stipo
9. Ayakan pasir
10. Baskom / ember (Timba)
11. Sekop
12. Cetok / kepi
13. Cawan / gelas plastik
14. Kunci, baut, dan palu
15. Mixer pasta silinder
16. Thermometer
17. Saringan timbangan dalam air
18. Oven

3.2.2 Bahan

Berikut ini adalah bahan-bahan yang dibutuhkan:

1. Limbah karbit dari PT. Z
2. *Fly Ash* Tipe F dari PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur
3. Aquades
4. Sodium Hidroksida (NaOH) dengan molaritas 8M
5. Sodium Silikat (Na_2SiO_3)
6. Stempet (Uji UPV)
7. Oli

3.3 Variabel Penelitian

Variabel-variabel dalam penelitian dijelaskan pada sub bab berikut:

3.3.1 Variabel Bebas

Pada penelitian ini variasi bebas adalah komposisi antara variabel dengan larutan alkali (aktivator) semula 76% variabel : 24% larutan alkali pada akhirnya berhasil pada komposisi sebagai berikut:

1. 100% limbah karbit → 55% variabel : 45% larutan alkali
2. 100% fly ash → 76% variabel : 24% larutan alkali
3. 50% limbah karbit : 50% fly ash → 76% variabel : 24% larutan alkali

3.3.2 Variabel Terikat

Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat atau hasil penelitian adalah:

1. Setting Time pasta geopolimer
2. Kuat tekan binder geopolimer
3. Porositas binder geopolimer
4. Permeabilitas kubus geopolimer
5. UPV kubus geopolimer
6. SEM-EDX limbah karbit dan *fly ash*
7. XRD limbah karbit dan *fly ash*
8. XRF limbah karbit dan *fly ash*

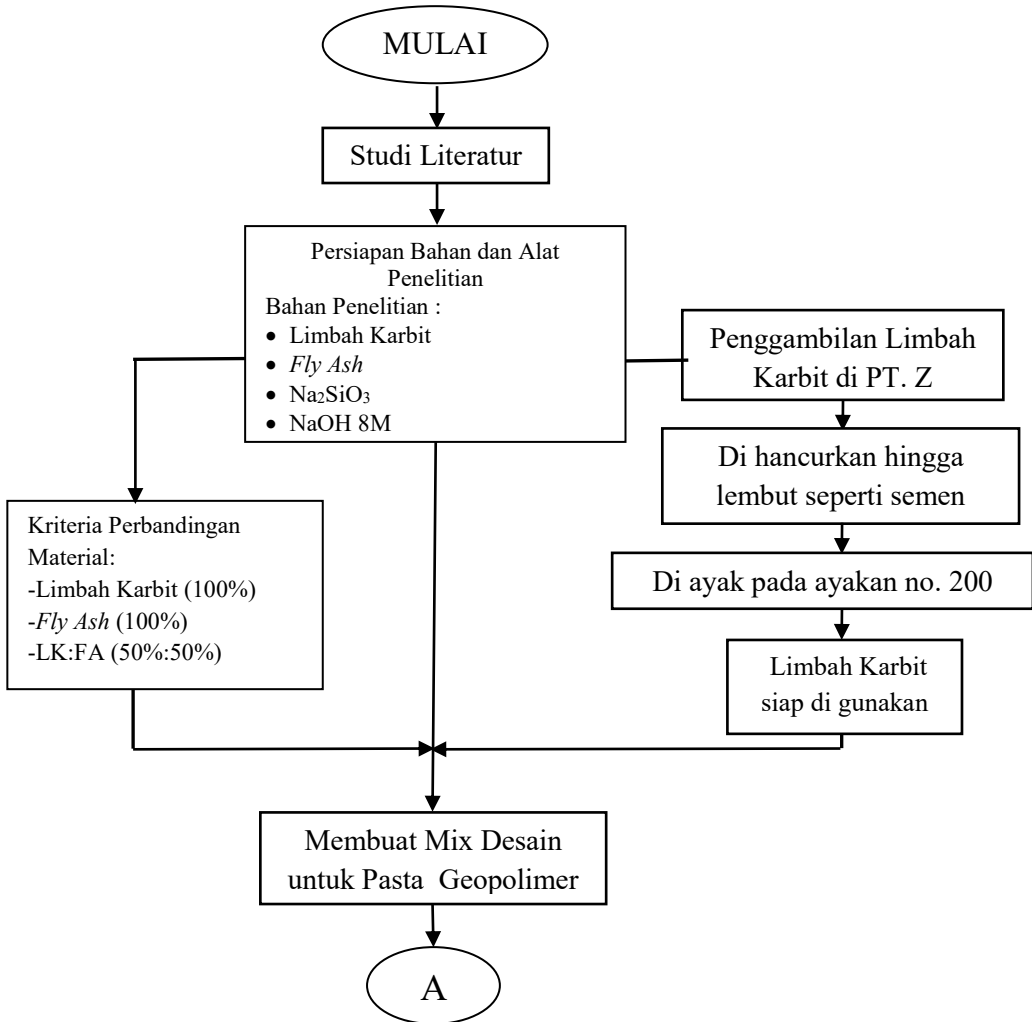
3.3.3 Variabel Terkendali

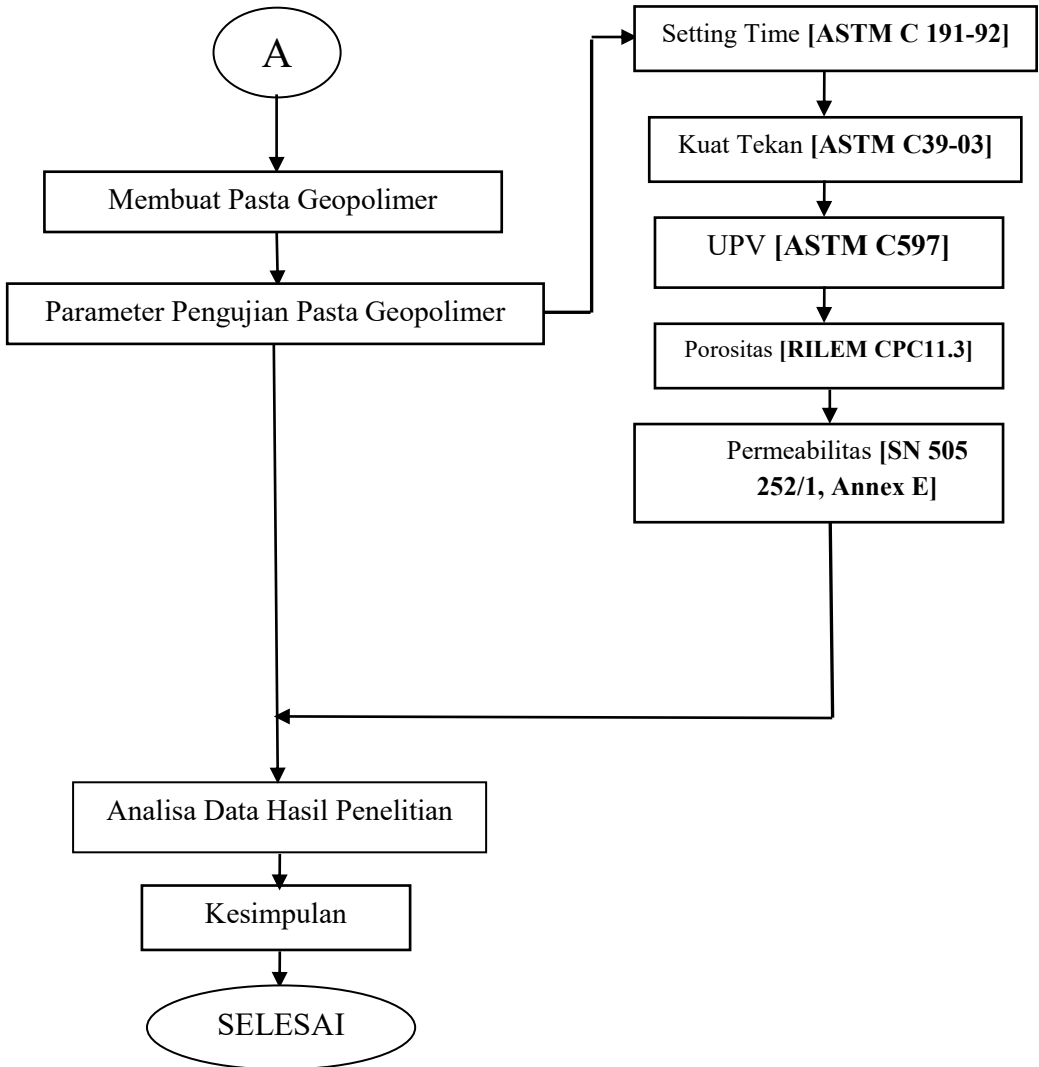
Variabel terkendali merupakan variabel yang memiliki fungsi sebagai pengendali terhadap faktor yang dapat mempengaruhi hasil dari penelitian. Variabel pengendali terhadap hasil penelitian ini adalah:

1. Mutu pasta geopolimer 40 MPa
2. Pengujian binder pada umur 3, 28, dan 56 hari
3. Perawatan *curing* pada suhu ruangan
4. Molaritas NaOH yang dipakai adalah 8M

3.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:





Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian pada Gambar 3.1 dijelaskan sebagai berikut:

3.5 Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur guna mempelajari lebih lanjut proses pemanfaatan limbah karbit dan *fly ash* menjadi pasta geopolimer. Studi literatur dilakukan dengan cara mencari, mempelajari, serta memahami jurnal, buku-buku, dan referensi dari internet yang relevan dengan penelitian yang dilakukan maupun pengumpulan data. Referensi tersebut berisikan tentang:

- a. Geopolimer
- b. Limbah karbit
- c. *Fly ash*
- d. Alkali aktivator (Na_2SiO_3 dan NaOH)
- e. SEM-EDX (*Scanning Electron Microscope*)
- f. XRD (*X-Ray Diffraction*)
- g. XRF (*X-Ray Fluorescence*)
- h. *Curing*
- i. Pengujian geopolimer (Kuat tekan, Porositas untuk binder serta Permeabilitas, dan UPV untuk kubus)

3.6 Persiapan Bahan dan Alat Penelitian

3.6.1 Persiapan Bahan

Pada tahap ini semua bahan yang dibutuhkan untuk penelitian yang telah tercantum pada Bab 3.2.2 disediakan. Limbah karbit di ambil dari PT. Z dan masih berupa bongkahan yang mudah rapuh sehingga harus dihancurkan dulu sampai lembut menyerupai semen. Selanjutnya limbah karbit di ayak dengan ayakan lolos no. 200 untuk mendapatkan partikel menyerupai partikel semen. Dan limbah karbit pun siap untuk dimanfaatkan.

3.6.2 Persiapan Alat

Pada tahap ini semua alat yang dibutuhkan untuk penelitian yang telah tercantum pada Bab 3.2.1 disediakan.

Kriteria perbandingan material yaitu 100% Limbah Karbit, 100% *Fly Ash*, dan 50% Limbah Karbit : 50% *Fly Ash* serta kriteria perbandingan alkali aktivator yaitu 0,5 dan 1,5.

3.7 Mix Desain Pasta Geopolimer

3.7.1 Membuat larutan NaOH 8M

Cara membuat 1 liter larutan NaOH 8 M adalah sebagai berikut (Paramita, 2014):

1. Menghitung kebutuhan NaOH yang akan digunakan.

$$\begin{aligned} n &= M \times v \\ &= 1 \text{ liter} \times 8 \text{ mol/liter} \\ &= 8 \text{ mol} \end{aligned}$$

Dimana :

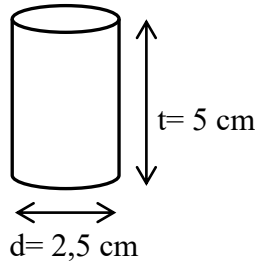
$$\begin{aligned} n &= \text{jumlah mol zat terlarut} \\ M &= \text{kemolaran larutan} \\ v &= \text{volume larutan} \end{aligned}$$

$M_r \text{ NaOH} = 40$ (penjumlahan A_r dari unsur-unsur penyusun senyawa yaitu, $\text{Na}=23$, $\text{O}=16$, $\text{H}=1$)

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= n \text{ mol} \times M_r \\ &= 8 \text{ mol} \times 40 \text{ gram/mol} \\ &= 320 \text{ gram} \end{aligned}$$

2. Menimbang NaOH seberat 320 gram
3. Memasukkan NaOH ke dalam labu ukur dengan kapasitas 1000cc / liter
4. Menambahkan aquades ke dalam labu ukur sampai volumenya 1 liter.
5. Aduk hingga larut dan diamkan selama 24 jam.

3.7.2 Membuat Mix Desain untuk Cetakan Silinder Binder Gepolimer 25 x 50 mm



Massa Jenis (ρ) beton =
2,4 gr/cm³

$$\begin{aligned}\text{Volume 1 binder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2,5^2 \times 5 \\ &= 24,54 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Maka massa 1 binder silinder :

$$m_{\text{silinder}} = \rho \cdot V_{\text{silinder}} = 2,4 \text{ gr/cm}^3 \cdot 24,54 \text{ cm}^3 = 58,91 \text{ gr}$$

Setelah diketahui kebutuhan 1 liter massa NaOH dalam 8M sebanyak 320 gram, maka sesuaikan kebutuhan takaran yang diperlukan dalam mix desain dengan 3 komposisi sebagai berikut:

❖ Menentukan massa limbah karbit 100% dan aktivator

$$\begin{aligned}\text{Massa Limbah Karbit} &= 74\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 74\% \times 58,91 \text{ gram} \\ &= 43,59 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Aktivator} &= 26\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 26\% \times 58,91 \text{ gram} \\ &= 15,32 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 0,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 0,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned}
 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 15,32 \text{ gram} &= 0,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\
 15,32 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} \\
 \text{NaOH} &= 10,21 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 10,21 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 5,11 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 1,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned}
 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 15,32 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\
 15,32 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\
 \text{NaOH} &= 6,13 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 6,13 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 9,19 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

(untuk komposisi 100% Limbah Karbit, komposisi variabel dan aktivator yang berhasil pada proses mixing adalah 55% variabel : 45% alkali aktivator)

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Limbah Karbit} &= 55\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 55\% \times 58,91 \text{ gram} \\
 &= 32,40 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Aktivator} &= 45\% \times \text{massa 1 binder} \\
 &= 45\% \times 58,91 \text{ gram} \\
 &= 26,51 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 0,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 0,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned}
 26,51 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 26,51 \text{ gram} &= 0,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\
 26,51 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} \\
 \text{NaOH} &= 17,67 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 26,51 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 26,51 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 17,67 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 8,84 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 1,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned}
 26,51 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 26,51 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\
 26,51 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\
 \text{NaOH} &= 10,60 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 26,51 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 26,51 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 10,60 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 15,91 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

- ❖ Menentukan massa *fly ash* 100% dan aktivator
- Massa *Fly Ash* = 74% x massa 1 binder
 = 74% x 58,91 gram
 = 43,59 gram
- Massa Aktivator = 26% x massa 1 binder
 = 26% x 58,91 gram
 = 15,32 gram

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 0,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 0,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned}
 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\
 15,32 \text{ gram} &= 0,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} &= 10,21 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 10,21 \text{ gram} \\ \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 5,11 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 1,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 15,32 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\ 15,32 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} &= 6,13 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 15,32 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 6,13 \text{ gram} \\ \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 9,19 \text{ gram} \end{aligned}$$

- ❖ Menentukan massa limbah karbit 50% + *fly ash* 50% dan aktivator

$$\begin{aligned} \text{Massa Limbah Karbit} &= 74\% \times \text{massa 1 binder} \times 0,5 \\ &= 74\% \times 58,91 \text{ gram} \times 0,5 \\ &= 21,80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Fly Ash} &= 74\% \times \text{massa 1 binder} \times 0,5 \\ &= 74\% \times 58,91 \text{ gram} \times 0,5 \\ &= 21,80 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Aktivator} &= 26\% \times \text{massa 1 binder} \\ &= 26\% \times 58,91 \text{ gram} \\ &= 15,32 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\frac{Na_2SiO_3}{NaOH} = 0,5$$

$$\rightarrow Na_2SiO_3 = 0,5 NaOH$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 15,32 \text{ gram} &= 0,5 NaOH + NaOH \\ 15,32 \text{ gram} &= 1,5 NaOH \\ NaOH &= 10,21 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 15,32 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + 10,21 \text{ gram} \\ Na_2SiO_3 &= 5,11 \text{ gram} \end{aligned}$$

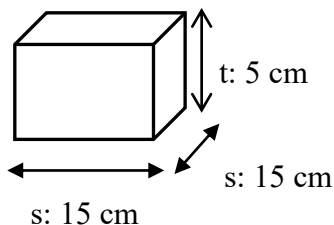
$$\frac{Na_2SiO_3}{NaOH} = 1,5$$

$$\rightarrow Na_2SiO_3 = 1,5 NaOH$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 15,32 \text{ gram} &= 1,5 NaOH + NaOH \\ 15,32 \text{ gram} &= 2,5 NaOH \\ NaOH &= 6,13 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 15,32 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 15,32 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + 6,13 \text{ gram} \\ Na_2SiO_3 &= 9,19 \text{ gram} \end{aligned}$$

3.7.3 Membuat Mix Desain untuk Cetakan Kubus Gepolimer 15 cm x 15 cm x 5 cm



Massa Jenis (ρ) beton
 $= 2,4 \text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 kubus} &= s \times s \times t \\
 &= 15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \\
 &= 1125 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Maka massa 1 kubus :

$$M_{\text{kubus}} = \rho \cdot V_{\text{kubus}} = 2,4 \text{ gr/cm}^3 \cdot 1125 \text{ cm}^3 = 2700 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned}
 \text{❖ Massa Limbah Karbit} &= 55\% \times \text{massa 1 kubus} \\
 &= 55\% \times 2700 \text{ gram} \\
 &= 1485 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa Aktivator} &= 45\% \times \text{massa 1 kubus} \\
 &= 45\% \times 2700 \text{ gram} \\
 &= 1215 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\frac{Na_2SiO_3}{NaOH} = 0,5$$

$$\rightarrow Na_2SiO_3 = 0,5 NaOH$$

$$\begin{aligned}
 1215 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\
 1215 \text{ gram} &= 0,5 NaOH + NaOH \\
 1215 \text{ gram} &= 1,5 NaOH \\
 NaOH &= 810 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1215 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\
 1215 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + 810 \text{ gram} \\
 Na_2SiO_3 &= 405 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\frac{Na_2SiO_3}{NaOH} = 1,5$$

$$\rightarrow Na_2SiO_3 = 1,5 NaOH$$

$$\begin{aligned}
 1215 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\
 1215 \text{ gram} &= 1,5 NaOH + NaOH \\
 1215 \text{ gram} &= 2,5 NaOH \\
 NaOH &= 486 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1215 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\
 1215 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + 486 \text{ gram} \\
 Na_2SiO_3 &= 729 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

- ❖ Menentukan massa *fly ash* 100% dan aktivator
- Massa *Fly Ash* = 74% x massa 1 kubus
 = 74% x 2700 gram
 = 1998 gram
- Massa Aktivator = 26% x massa 1 kubus
 = 26% x 2700 gram
 = 702 gram

$$\frac{Na_2SiO_3}{NaOH} = 0,5$$

$$\rightarrow Na_2SiO_3 = 0,5 NaOH$$

$$\begin{aligned} 702 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 702 \text{ gram} &= 0,5 NaOH + NaOH \\ 702 \text{ gram} &= 1,5 NaOH \\ NaOH &= 468 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 702 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 702 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + 468 \text{ gram} \\ Na_2SiO_3 &= 234 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\frac{Na_2SiO_3}{NaOH} = 1,5$$

$$\rightarrow Na_2SiO_3 = 1,5 NaOH$$

$$\begin{aligned} 702 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 702 \text{ gram} &= 1,5 NaOH + NaOH \\ 702 \text{ gram} &= 2,5 NaOH \\ NaOH &= 280,8 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 702 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + NaOH \\ 702 \text{ gram} &= Na_2SiO_3 + 280,8 \text{ gram} \\ Na_2SiO_3 &= 421,2 \text{ gram} \end{aligned}$$

- ❖ Menentukan massa limbah karbit 50% + *fly ash* 50% dan aktivator

$$\begin{aligned}\text{Massa Limbah Karbit} &= 74\% \times \text{massa 1 kubus} \times 0,5 \\ &= 74\% \times 2700 \text{ gram} \times 0,5 \\ &= 999 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Fly Ash} &= 74\% \times \text{massa 1 kubus} \times 0,5 \\ &= 74\% \times 2700 \text{ gram} \times 0,5 \\ &= 999 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Aktivator} &= 26\% \times \text{massa 1 kubus} \\ &= 26\% \times 58,91 \text{ gram} \\ &= 702 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 0,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 0,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned}702 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 702 \text{ gram} &= 0,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\ 702 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} &= 468 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}702 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 702 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 468 \text{ gram} \\ \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 234 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 1,5$$

$$\rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 = 1,5 \text{ NaOH}$$

$$\begin{aligned}702 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH} \\ 702 \text{ gram} &= 1,5 \text{ NaOH} + \text{NaOH} \\ 702 \text{ gram} &= 2,5 \text{ NaOH} \\ \text{NaOH} &= 280,8 \text{ gram} \\ 702 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NaOH}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 702 \text{ gram} &= \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 280,8 \text{ gram} \\
 \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 421,2 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Tabel .31 Perhitungan Keperluan Benda Uji

No	Pengujian	Umur Pasta	Benda Uji	Ditambah Benda Uji Perbandingan Aktivator (0,5 dan 1,5)	Total Benda Uji
1.	<i>Setting Time</i>	-	-	-	-
2.	Kuat Tekan	3hari, 28 hari dan 56 hari	3 buah/umur pasta (silinder)	6 buah/umur pasta (silinder)	18
3.	Porositas	3hari, 28 hari dan 56 hari	3 buah/umur pasta (silinder)	6 buah/umur pasta (silinder)	18
4.	UPV	3hari, 28 hari dan 56 hari	3 buah/umur pasta (kubus)	6 buah/umur pasta (kubus)	18
5.	Permeabilitas	3hari, 28 hari dan 56 hari	3 buah/umur pasta (kubus)	6 buah/umur pasta (kubus)	18
Total					72

3.8 Membuat Pasta Geopolimer

3.8.1 Cetakan Silinder 25 mm x 50 mm

Setelah melakukan perhitungan mix desain seperti perhitungan di atas, maka selanjutnya yang akan dilakukan yaitu membuat pasta geopolimer. Untuk setiap komposisi campuran, akan dibuat 12 benda uji.

Berikut ini langkah-langkah yang akan dilakukan untuk membuat pasta geopolimer 8M, menyiapkan alat dan bahan yang digunakan:

- Alat
 - 1.Mixer pasta silinder
 - 2.Kepi
 - 3.Cetakan berukuran 25 mm x 50 mm
 - 4.Timbangan digital

- Bahan
 1. NaOH 8M
 2. Na_2SiO_3
 3. Limbah Karbit
 4. *Fly Ash*
 5. Oli
- Langkah-langkah
 1. Timbang *fly ash*, limbah karbit, NaOH, dan Na_2SiO_3 sesuai takaran. Kemudian masukkan *fly ash* dan atau limbah karbit ke dalam mixer untuk dihaluskan terlebih dahulu. Setelah halus masukkan NaOH sedikit demi sedikit. Jika sudah tercampur tambahkan Na_2SiO_3 . Aduk pasta selama kurang lebih 2 menit hingga campuran menjadi rata.
 2. Lumuri cetakan dengan oli, sebelum pasta dimasukkan ke dalam cetakan agar saat melepas cetakan tidak lengket.
 3. Masukkan pasta tersebut ke dalam cetakan.
 4. Ratakan permukaan pasta tersebut.
 5. Cetakan bisa dilepas setelah pasta sudah mengeras. Setelah itu, simpan pasta di dalam wadah yang telah diberi label sesuai dengan komposisi yang telah dibuat.

Langkah-langkah tersebut digunakan untuk melakukan pembuatan pasta geopolimer lain dengan komposisi yang berbeda.

Untuk mempermudah dalam melakukan pengujian, maka sebaiknya pemberian nama pasta geopolimer dengan komposisi yang lainnya diberikan kode.



Gambar 3.2 Membuat Pasta Geopolimer Cetakan Silinder
(Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

3.8.2 Cetakan Kubus 15 cm x 15 cm x 5 cm

Setelah melakukan perhitungan mix desain seperti perhitungan di atas, maka selanjutnya yang akan dilakukan yaitu membuat pasta geopolimer. Untuk setiap komposisi campuran, akan dibuat 6 benda uji.

Berikut ini langkah-langkah yang akan dilakukan untuk membuat pasta geopolimer 8M, menyiapkan alat dan bahan yang digunakan:

- Alat
 1. Loyang mix kubus
 2. Sekop
 3. Cetok
 4. Cetakan kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm
 5. Timbangan digital
 6. Kunci, baut, dan palu
 7. Penggaris dan stipo

- Bahan
 1. NaOH 8M
 2. Na_2SiO_3
 3. Limbah Karbit
 4. *Fly Ash*
 5. Oli
- Langkah-langkah
 1. Persiapkan cetakan dengan mengunci baut dengan kunci dan palu sampai rapat
 2. Lumuri cetakan dengan oli, sebelum pasta dimasukkan ke dalam cetakan agar saat melepas cetakan tidak lengket.
 3. Beri tanda batas tinggi kubus 5 cm pada cetakan dengan menggunakan penggaris dan stipo. Karena tinggi cetakan kubus yang dipakai 15 cm.
 4. Timbang *fly ash*, limbah karbit, NaOH, dan Na_2SiO_3 sesuai takaran. Kemudian masukkan *fly ash* dan atau limbah karbit ke dalam Loyang mix kubus untuk dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan sekop dan cetok. Setelah halus masukkan NaOH sedikit demi sedikit. Jika sudah tercampur tambahkan Na_2SiO_3 . Aduk pasta selama kurang lebih 2 menit hingga campuran menjadi rata.
 5. Masukkan pasta tersebut ke dalam cetakan yang telah dipersiapkan.
 6. Ratakan permukaan pasta tersebut.
 7. Cetakan bisa dilepas dengan menggunakan kunci dan palu untuk membuka baut pada cetakan setelah pasta sudah mengeras. Setelah itu, simpan pasta di dalam wadah yang telah diberi label sesuai dengan komposisi yang telah dibuat.

Langkah-langkah tersebut digunakan untuk melakukan pembuatan pasta geopolimer lain dengan komposisi yang berbeda.

Untuk mempermudah dalam melakukan pengujian, maka sebaiknya pemberian nama pasta geopolimer dengan komposisi yang lainnya diberikan kode.



Gambar 3.3 Membuat Pasta Geopolimer Cetakan Kubus
(Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

3.8.3 Melakukan *Curing* Pasta Geopolimer

Curing (perawatan) ini dilakukan untuk mencegah penguapan air yang berlebihan pada pasta. Karena kandungan air atau pencampur dalam pasta sangat mempengaruhi kekuatan dari pasta itu sendiri. *Curing* ini dilakukan dengan cara menutupi sampel pasta dengan plastik dan dibiarkan dalam suatu ruangan $\pm 31^{\circ}\text{C}$.

3.9 Parameter Pengujian Pasta Geopolimer

3.9.1 Melakukan *setting time* pasta geopolimer

Test *setting time* ini diperlukan untuk mengetahui waktu pengikatan awal (mulai mengikat) dan pengikatan akhir (mulai mengeras) dari pasta geopolimer. Pengetesan ini dilakukan berdasarkan ASTM C 191-92.

Alat :

- Alat vicat
- Timbangan digital
- Stopwatch
- Kepi
- Mixer

Bahan :

- NaOH 8 M
- Na_2SiO_3
- *Fly ash*
- Limbah karbit

Prosedur pengujian :

- Timbang *fly ash*, limbah karbit, NaOH dan Na_2SiO_3 sesuai takaran. Kemudian masukkan *fly ash* dan atau limbah karbit ke dalam mixer untuk dihaluskan terlebih dahulu. Setelah halus masukkan NaOH sedikit demi sedikit. Jika sudah tercampur tambahkan Na_2SiO_3 . Aduk pasta selama kurang lebih 2 menit hingga campuran menjadi rata.
- Jika pasta sudah tercampur, masukkan pasta ke dalam wadah vicat kemudian pasta diratakan. Taruh jarum vicat diameter kecil (1 mm), tunggu 5 menit.
- Setelah 5 menit, tempelkan ujung jarum dengan tengah permukaan pasta dan setelah 30 detik jarum di stop dan penurunan jarum di baca dan di catat.
- Angkat jarum vicat dan di lap jarumnya untuk membersihkan pasta geopolimer yang menempel pada jarum vicat.

- Setelah 5 menit kedua di test lagi permukaan pasta tadi, akan tetapi letaknya digeser minimum berjarak 3 mm dari tempat test pertama.
- Jatuhkan jarum pada pasta dan setelah 30 detik, jarum di stop dan di baca berapa besar penurunnya untuk kemudian dicatat. Setelah itu jarum diangkat dan dilap agar tidak ada bekas pasta yang menempel pada jarum.
- Begitu seterusnya, setiap 5 menit dites dan dicatat sampai penurunnya kurang dari 5 mm, maka percobaan dihentikan.



Gambar 3.4 Alat Vicat (Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

3.9.2 Melakukan pengujian kuat tekan pasta geopolimer

Uji kuat tekan pasta geopolimer ini akan dilakukan pada usia 3, 28 dan 56 hari. Untuk setiap pengujian kuat tekan, digunakan 3 benda uji dari setiap komposisi. Hal ini dilakukan untuk keakuratan data tes tekan masing masing komposisi. Pengetesan ini dilakukan berdasarkan ASTM C39-03.

Alat :

- Alat uji kuat tekan

Bahan :

- Benda uji silinder

Prosedur pengujian :

Adapun beberapa prosedur yang dilakukan dalam melakukan uji kuat tekan pasta geopolimer ini, yaitu :

- Ratakan permukaan pasta yang akan di uji kuat tekan dengan kertas gosok (amplas) agar gaya tekan pada pasta lebih merata pada semua permukaan pasta.
- Letakkan pasta secara berdiri (vertikal) pada alat uji kuat tekan dan pilih permukaan yang telah di amplas tadi sebagai permukaan yang terbebani.
- Mesin diturunkan secara perlahan dengan kecepatan konstan.
- Catat berapa besar kuat tekannya pada saat jarum merah mesin menunjukkan simpangan maksimum.

Besarnya angka yang ditunjukkan pada saat jarum merah mencapai simpangan maksimum merupakan beban (P) yang mampu dipikul binder dalam satuan Kgf, sehingga untuk mendapatkan kuat tekan yang diinginkan maka besarnya beban dalam satuan Kgf tersebut harus dibebani dengan luas permukaan binder yang terbebani (A). Sehingga secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (3.1)$$



Gambar 3.5 Alat Uji Kuat Tekan (Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

dimana :

σ = besar kuat tekan beton geopolimer (kg/cm^2)

P = besar beban beton yang membebani beton geopolimer (kg)

A = luas yang terbebani oleh P (cm^2)

g = percepatan gravitasi = 9,8 m/s

3.9.3 Melakukan uji UPV (*Ultrasonic Pulse Velocity Test*)

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui mutu beton dan homogenitas beton. Pulsa dari vibrasi longitudinal dihasilkan oleh *electro accoustical transducers*, yang dihubungkan dengan salah satu permukaan beton yang diteliti. Setelah pulsa vibrasi longitudinal menyebrangi panjang (L) beton, pulsa vibrasi tersebut diubah menjadi signal elastik oleh *transducers* penerima dan *electronic timing circuit* mengubah waktu (T) dari pulsa yang diukur. Pengetesan ini dilakukan berdasarkan ASTM C597 – 09.

Alat :

- Alat uji UPV
- Kepi

Bahan :

- Stempet
- Benda uji kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 5 cm

Prosedur pengujian :

- Pasang kabel pada alat UPV
- *Setting* sesuai tebal benda uji yang digunakan
- Oleskan stempet dengan menggunakan kepi pada kedua ujung alat, serta ratakan
- Tempelkan kedua alat UPV pada dua sisi kubus hingga nilai rambatan muncul pada layar
- Catat hasil t, l dan v untuk mengetahui benda uji memenuhi kriteria atau tidak



Gambar 3.6 Pengujian UPV (Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

3.9.4 Melakukan pengujian porositas pasta geopolimer

Tujuan :

Untuk mengetahui banyaknya ruang kosong yang berada dalam pasta geopolimer. Pengetesan ini dilakukan berdasarkan RILEM CPC11.3.

Alat :

- Timbangan digital
- Timba
- Saringan timbangan dalam air
- Oven
- Alat vacum

Bahan :

- Benda uji silinder

Prosedur pengujian :

- Setelah benda uji berumur 3, 28 dan 56 hari, ambil binder dan taruh pada wadah kaca pada alat vacum

untuk di vacum selama 24 jam guna menghilangkan pori-pori pada binder tersebut.

- Selanjutnya masukkan air ke dalam alat vakum sampai benda uji terendam dengan selisih air minimal 20mm dan waktu memvakum minimal 6 jam
- Setelah itu, angkat binder dan keringkan
- Timbang binder dalam keadaan kering (berat di udara)
- Setelah ditimbang dalam keadaan kering, taruh binder pada saringan yang sebelumnya dicelupkan pada timba berisi air. Kemudian timbang dalam keadaan basah (berat di air)
- Oven benda uji selama 24 jam pada suhu 105°C
- Timbang binder kemudian catat.
- Hitung hasil pengujian porositas dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{W_{sa} - W_d}{W_{sa} - W_{sw}} \times 100 \dots \dots \dots (3.2)$$



Gambar 3.6 Pengujian Porositas (Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

dimana :

- P = Total Porositi (%)
- W_{sa} = Berat benda uji jenuh air di udara (gr)
- W_{sw} = Berat benda uji jenuh air di dalam air (gr)
- W_d = Berat benda uji setelah dioven pada suhu 105°C selama 24 jam (gr)

3.9.5 Melakukan uji permeabilitas pasta geopolimer

Tujuan :

Untuk mengetahui kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton. Pengetesan ini dilakukan berdasarkan SN 505 252/1, Annex E.

Alat :

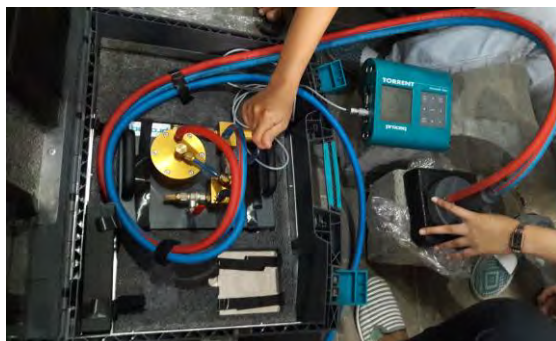
- *Permeability Tester Torrent*

Bahan :

- Benda uji kubus

Prosedur pengujian :

- Pasang selang dan kabel pada alat
- Nyalakan tombol on setelah itu pilih *start, calibration* kemudian ikuti perintah yang tertera pada layar
- Setelah data terekam, pilih *print out*
- Jika kalibrasi selesai, maka lakukan pengetesan pada benda uji kubus
- Untuk pengecekan data output maka pilih *menu, start, start*.
- Catat data yang muncul pada layar
- Setelah data tercatat pilih tombol *end*
- Jika ingin melakukan pengerjaan ulang kubus maka pilih tombol *start* dan lakukan seperti langkah awal



Gambar 3.7 Pengujian Permeabilitas (Sumber: Pengumpulan Data, 2016)

3.9.6 Standar Pengujian

- ✓ Binder geopolimer ukuran 25 mm x 50 mm mengacu pada
- ✓ *Setting time* mengacu pada ASTM C 191-92
- ✓ Kuat tekan mengacu pada ASTM C39-03
- ✓ UPV mengacu pada ASTM C597
- ✓ Porositas mengacu pada RILEM CPC11.3
- ✓ Permeabilitas mengacu pada SN 505 252/1, Annex E
- ✓ Fly ash tergolong kelas F mengacu pada ASTM C 618-84

3.10 Analisa Data Hasil Penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap data-data yang telah didapatkan dan diolah. Pada penelitian ini, dilakukan analisa komposisi limbah karbit dan *fly ash* manakah yang dapat menghasilkan kuat tekan yang melebihi f_c' rencana, selain itu bagaimana sifat fisik dan kimia dari limbah karbit dan *fly ash* melalui hasil SEM, XRF, dan XRD. Pada penelitian ini juga dilakukan analisa apakah pemanfaatan limbah karbit dan *fly ash* terhadap hubungan/korelasi antara pengujian-pengujian yang telah dilakukan sesuai dengan standart yang berlaku.

3.11 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap terakhir dimana pada tahap ini akan ditarik beberapa kesimpulan terhadap analisa data yang telah dilakukan. Adanya saran ditujukan untuk penelitian selanjutnya dikarenakan keterbatasan waktu dalam meneliti semua aspek yang ada terkait permasalahan yang diangkat, serta sebagai pedoman untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil-hasil dengan kesimpulan selama pengerjaan tugas akhir di laboratorium mengenai binder geopolimer.

Metode hasil dan analisa data ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Dalam penelitian ini dipakai molaritas 8M karena kadar CaO pada limbah karbit sangat tinggi hal ini dibuktikan pada table 4.1. Dan didukung oleh pernyataan bahwa, semakin tinggi % CaO semakin kecil molaritas yang dipakai (Wulandari, 2008).

4.2 Hasil Uji Material

4.2.1 XRD (*X-Ray Diffraction*)

Pada pengetesan XRD ini. Sudah dilakukan oleh PT. Semen Gresik namun belum di rekapitulasi sehingga data belum bisa dicantumkan.

4.2.2 XRF (*X-Ray Fluorosence*)

Tabel 4.1. Hasil Analisa Kimia Limbah Karbit PT. Z

Limbah Karbit (PT. Z)	
Jenis Senyawa	Kadar (%)
SiO ₂	3,91
Fe ₂ O ₃	0,87
Al ₂ O ₃	2,01
CaO	91,48
MgO	0,23
Na ₂ O	0,72
K ₂ O	0,07
MnO	0,02
ZnO	0,01

TiO ₂	0,14
SO ₃	0,27
P ₂ O ₅	0,01

Sumber : Lab. PT. Semen Gresik

Tabel 4.2. Hasil Analisa Kimia *Fly Ash* PLTU Paiton

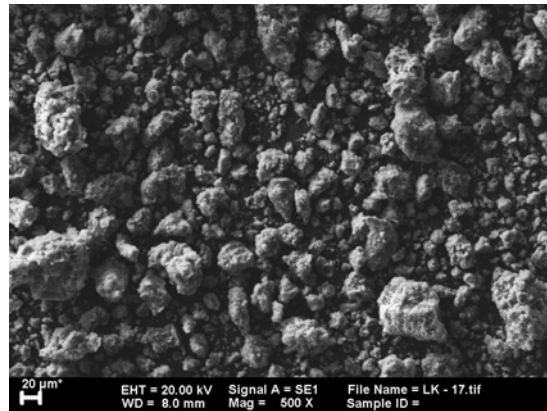
Fly Ash Tipe F (Paiton)

Jenis Senyawa	Kadar (%)
SiO ₂	47,1
Fe ₂ O ₃	16,07
Al ₂ O ₃	24,25
CaO	5,83
MgO	2,62
Na ₂ O	0,65
K ₂ O	1,64
MnO	0,1
ZnO	0,29
TiO ₂	1,16
SO ₃	0,21
P ₂ O ₅	0,18

Sumber : Lab. PT. Semen Gresik

Pada pengetesan XRF ini, untuk limbah karbit (LK) kandungan CaO sebesar 91.48% sedangkan untuk *fly ash* (FA) menunjukkan kandungan SiO₂ sebesar 47.1%. Untuk nilai CaO pada *fly ash*, berdasarkan CaO < 10% klasifikasi *fly ash* yang mengacu pada *ACI Manual of Concrete Practice 1993 Parts 1 226.3R-3* Maka jenis *fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe F.

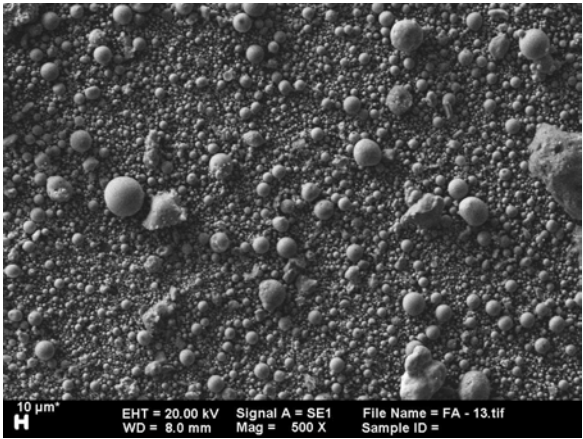
4.2.3 SEM – EDX



El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Ca	20	K-series	55.18	93.57	91.90	1.6
Si	14	K-series	1.02	1.73	2.43	0.1
P	15	K-series	0.90	1.53	1.95	0.1
Al	13	K-series	0.66	1.13	1.64	0.1
Fe	26	K-series	0.56	0.95	0.67	0.1
S	16	K-series	0.53	0.90	1.10	0.1
Na	11	K-series	0.08	0.13	0.22	0.0
Mg	12	K-series	0.02	0.04	0.06	0.0
K	19	K-series	0.02	0.03	0.03	0.0
Total:			58.97	100.00	100.00	

Sumber : Lab. Energi ITS

Gambar 4.3 SEM-EDX Limbah Karbit



El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Ca	20	K-series	55.18	93.57	91.90	1.6
Si	14	K-series	1.02	1.73	2.43	0.1
P	15	K-series	0.90	1.53	1.95	0.1
Al	13	K-series	0.66	1.13	1.64	0.1
Fe	26	K-series	0.56	0.95	0.67	0.1
S	16	K-series	0.53	0.90	1.10	0.1
Na	11	K-series	0.08	0.13	0.22	0.0
Mg	12	K-series	0.02	0.04	0.06	0.0
K	19	K-series	0.02	0.03	0.03	0.0
Total:			58.97	100.00	100.00	

Sumber : Lab. Energi ITS

Gambar 4.4 SEM-EDX Fly Ash

4.3 Hasil Penelitian dan Analisa Data

4.3.1 Pengujian *Setting Time*

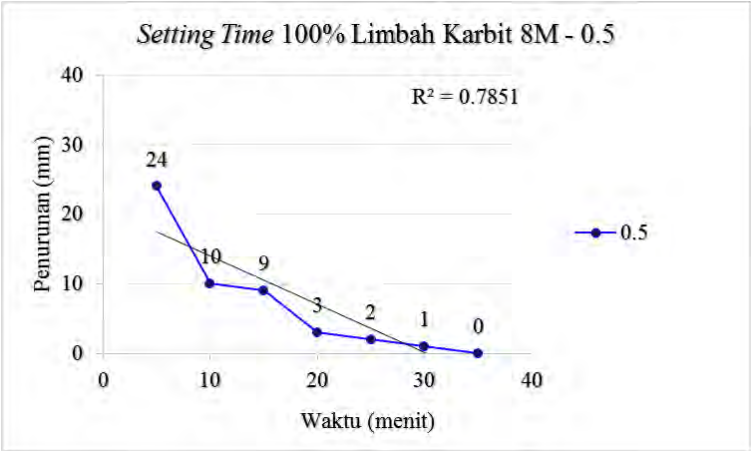
Tes *setting time* merupakan suatu uji untuk mengetahui waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir pada pasta binder, dimana indikasi pengikatan awal terjadi ketika penurunan jarum vikat tercatat sebesar 50 mm. Sedangkan untuk pengikatan akhir tercatat kurang lebih 0 mm dengan kata lain tidak terjadi penurunan vikat.

a) *Setting Time* 100% Limbah Karbit 8M

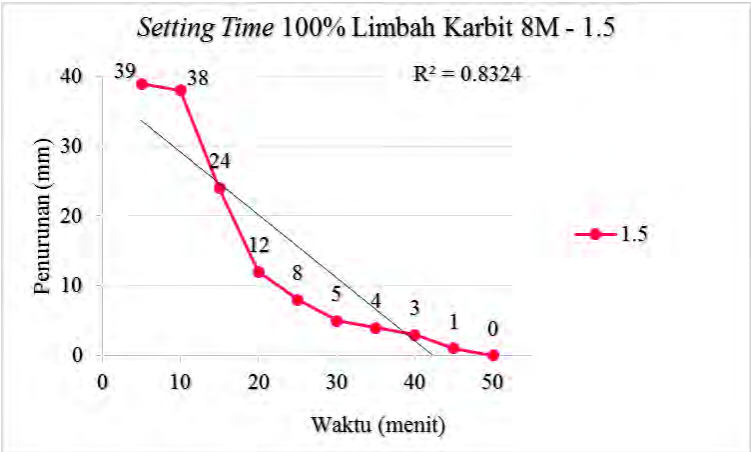
Tabel 4.3 Hasil *Setting time* 100% Limbah Karbit

HASIL PENGUJIAN <i>SETTING TIME</i> PASTA GEOPOLIMER 100% LIMBAH KARBIT 8M				
No	Perbandingan Aktivator	Kode Benda Uji	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
1	0.5	B8 - 0.5	5	24
			10	10
			15	9
			20	3
			25	2
			30	1
			35	0
			RATA-RATA	20.0
2	1.5	B8 - 1.5	5	39
			10	38
			15	24
			20	12
			25	8
			30	5
			35	4

	40	3
	45	1
	50	0
RATA-RATA	27.5	13.40



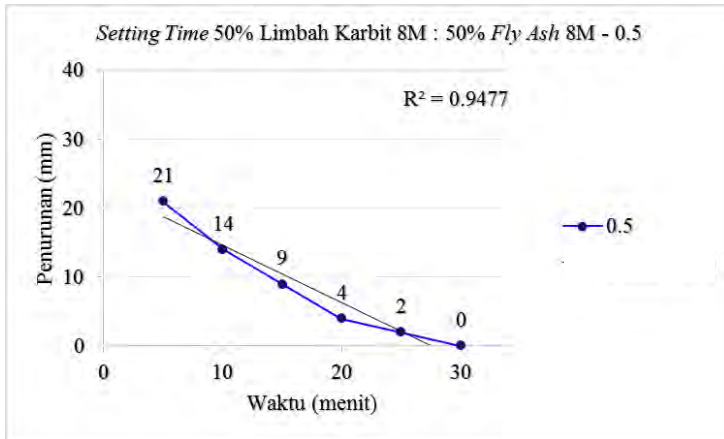
Grafik 4.1 *Setting Time* Pasta Geopolimer 100% Limbah Karbit 0.5



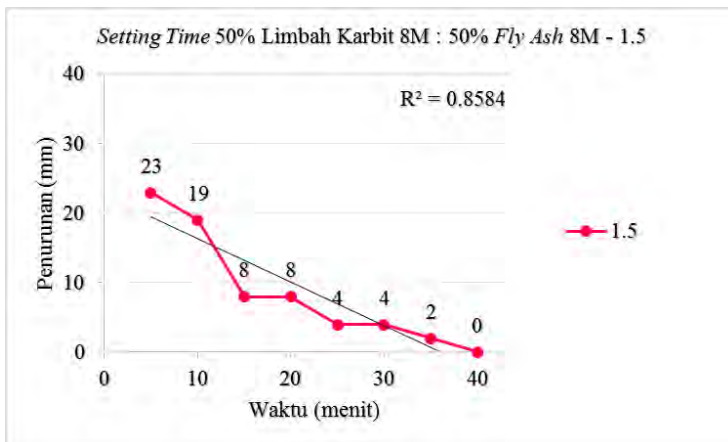
Grafik 4.2 *Setting Time* Pasta Geopolimer 100% Limbah Karbit 1.5

b) *Setting Time* 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M
Tabel 4.4 Hasil *Setting Time* 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

HASIL PENGUJIAN <i>SETTING TIME</i> PASTA GEOPOLIMER 50% LIMBAH KARBIT 8M : 50% <i>FLY ASH</i> 8M				
No.	Perbandingan Aktivator	Kode Benda Uji	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
1	0.5	B8 - 0.5	5	21
			10	14
			15	9
			20	4
			25	2
			30	0
			RATA-RATA	8.33
2	1.5	B8 - 1.5	5	23
			10	19
			15	8
			20	8
			25	4
			30	4
			35	2
			40	0
			RATA-RATA	8.50



Grafik 4.3 *Setting Time* Pasta Geopolimer 50% Limbah Karbit : 50% Fly Ash 0.5

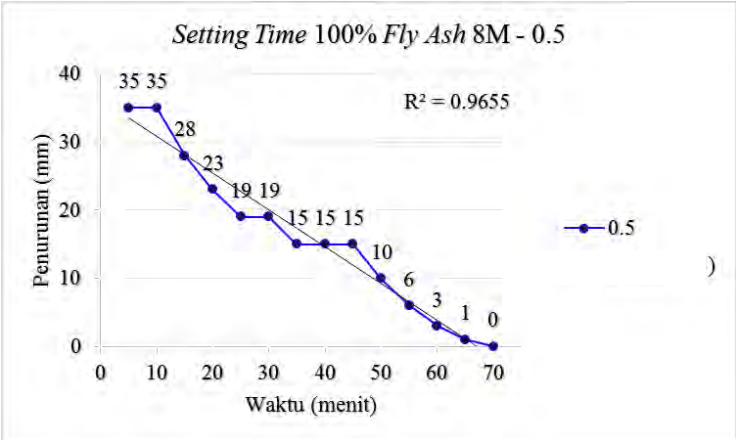


Grafik 4.4 *Setting Time* Pasta Geopolimer 50% Limbah Karbit : 50% Fly Ash 0.5

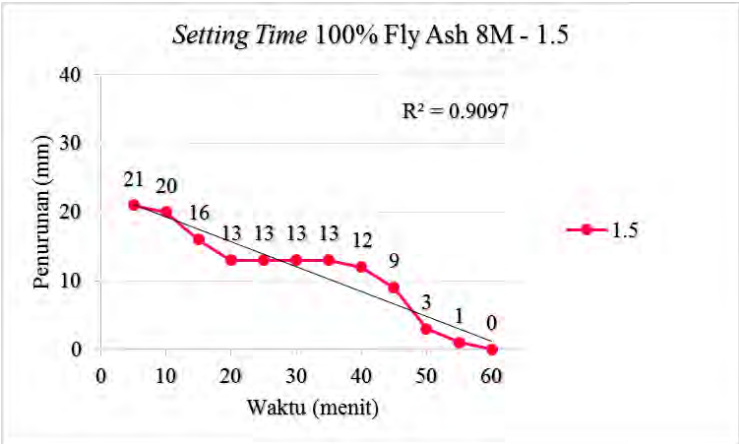
c) *Setting Time 100% Fly Ash 8M*Tabel 4.5 Hasil *Setting Time* 100% Fly Ash 8M

HASIL PENGUJIAN <i>SETTING TIME</i> PASTA GEOPOLIMER 100% <i>FLY ASH</i> 8M				
No.	Perbandingan Aktivator	Kode Benda Uji	Waktu (menit)	Penurunan (mm)
1	0.5	B8 - 0.5	5	35
			10	35
			15	28
			20	23
			25	19
			30	19
			35	15
			40	15
			45	15
			50	10
			55	6
			60	3
			65	1
			70	0
			RATA-RATA	
2	1.5	B8 - 1.5	5	21
			10	20
			15	16
			20	13
			25	13
			30	13
			35	13
			40	12
			45	9

	50	3
	55	1
	60	0
RATA-RATA	32.50	11.17



Grafik 4.5 Setting Time Pasta Geopolimer 100% Fly Ash 8M 0.5

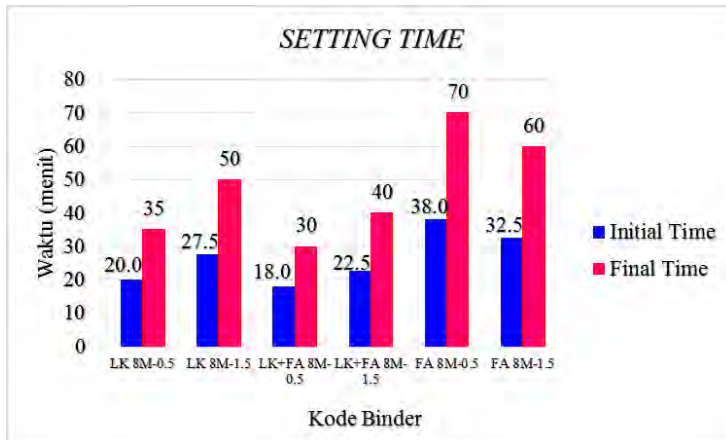


Grafik 4.6 Setting Time Pasta Geopolimer 100% Fly Ash 8M 1.5

d) Rekapitulasi Data *Setting Time*

Tabel 4.6 Hasil Rekapitulasi Data *Setting Time*

No	Kode Binder	Rata-Rata Waktu <i>Setting Time</i>	Waktu Pengikatan Akhir
		(Initial Time)	(Final Time)
		(menit)	(menit)
1	LK 8M-0.5	20.0	35
2	LK 8M-1.5	27.5	50
3	LK+FA 8M-0.5	18.0	30
4	LK+FA 8M-1.5	22.5	40
5	FA 8M-0.5	38.0	70
6	FA 8M-1.5	32.5	60



Grafik 4.7 Hasil Rekapitulasi Data *Setting Time*

e) Analisa Data *Setting Time*

- ♦ Pada komposisi perbandingan aktivator 1,5 *setting time* cenderung lebih cepat dibandingkan dengan perbandingan aktivator 0,5 terjadi pada komposisi 100% *fly ash* 8M. Sedangkan pada komposisi 100% limbah karbit 8M dan 50% limbah karbit 8M : 50% *fly*

ash 8M *setting time* cenderung lebih cepat pada perbandingan aktivator 0,5. (dapat dilihat pada tabel 4.3 - 4.4)

- ♦ Untuk komposisi 50% limbah karbit 8M : 50% *fly ash* 8M, *setting time* lebih cepat dibandingkan dengan komposisi 100% limbah karbit 8M dan 100% *fly ash* 8M. Dengan penambahan limbah karbit sebesar 50% dapat mempercepat *setting time*.

4.3.2 Test Kuat Tekan

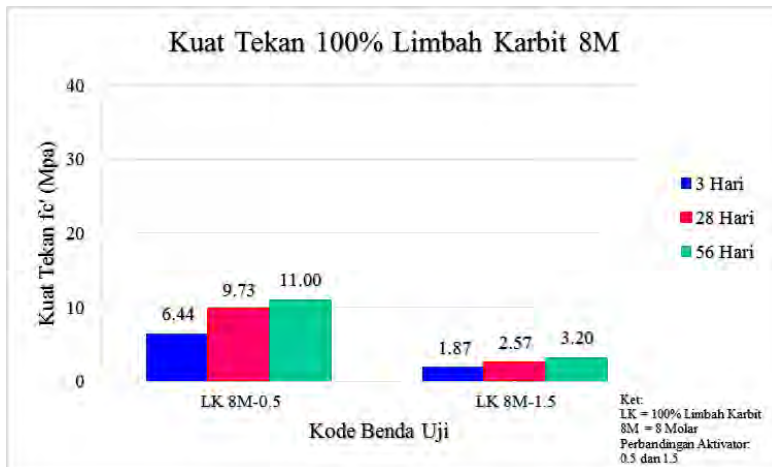
Pada sub bab ini akan dibahas mengenai tes tekan binder. Berikut akan ditampilkan hasil tes dari kuat tekan binder yang dilakukan di Laboratorium Uji Material dan Struktur Teknik Sipil (S1) – FTSP – ITS Surabaya.

a) Kuat Tekan 100% Limbah Karbit 8M

Tabel 4.7 Hasil Kuat Tekan 100% Limbah Karbit 8M

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BINDER GEOPOLIMER - 100% LIMBAH KARBIT 8M								
No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Hasil Kuat Tekan	Diameter	Luas Binder	Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
				(Kgf)	(cm)	(cm²)	fc' (Mpa)	fc' (Mpa)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	308	2.5	4.91	6.16	6.44
2	B8 - 2			326	2.5	4.91	6.52	
3	B8 - 3			332	2.5	4.91	6.64	
4	B8 - 1		1.5	95	2.5	4.91	1.90	1.87
5	B8 - 2			100	2.5	4.91	2.00	
6	B8 - 3			85	2.5	4.91	1.70	
7	B8 - 1	28 Hari	0.5	555	2.5	4.91	11.10	9.73
8	B8 - 2			540	2.5	4.91	10.80	
9	B8 - 3			365	2.5	4.91	7.30	
10	B8 - 1		1.5	128	2.5	4.91	2.56	2.57

11	B8 - 2	56 Hari	0.5	135	2.5	4.91	2.70	11.00
12	B8 - 3			122	2.5	4.91	2.44	
13	B8 - 1			540	2.5	4.91	10.80	
14	B8 - 2			590	2.5	4.91	11.80	
15	B8 - 3			520	2.5	4.91	10.40	
16	B8 - 1			200	2.5	4.91	4.00	
17	B8 - 2		1.5	130	2.5	4.91	2.60	3.20
18	B8 - 3			150	2.5	4.91	3.00	



Grafik 4.8 Hasil Kuat Tekan 100% Limbah Karbit 8M

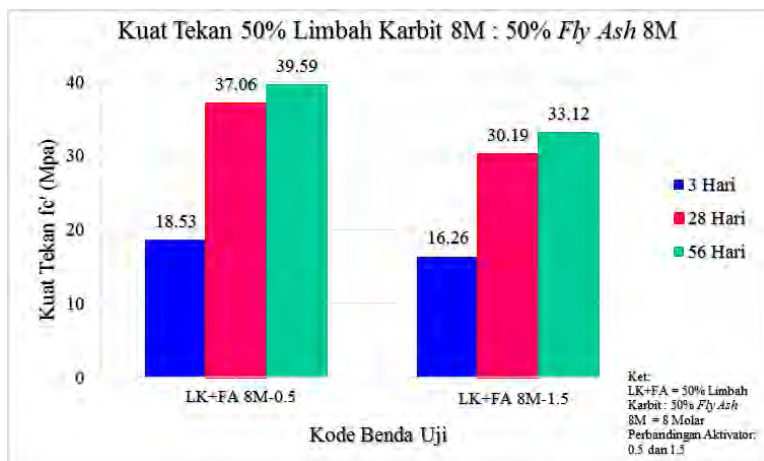
b) Kuat Tekan 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

Tabel 4.8 Hasil Kuat Tekan 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BINDER GEOPOLIMER - 50% LIMBAH KARBIT 8M : 50% FLY ASH 8M

No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Hasil Kuat Tekan	Diameter	Luas Binder	Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
				(Kgf)			fc' (Mpa)	fc' (Mpa)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	910	2.5	4.91	18.20	18.53
2	B8 - 2			900	2.5	4.91	18.00	

3	B8 - 3		970	2.5	4.91	19.40	
4	B8 - 1		850	2.5	4.91	17.00	
5	B8 - 2	1.5	810	2.5	4.91	16.20	16.26
6	B8 - 3		780	2.5	4.91	15.60	
7	B8 - 1		2250	2.5	4.91	44.99	
8	B8 - 2	0.5	1700	2.5	4.91	33.99	37.06
9	B8 - 3		1610	2.5	4.91	32.19	
10	B8 - 1	28 Hari	1550	2.5	4.91	30.99	
11	B8 - 2	1.5	1310	2.5	4.91	26.19	30.19
12	B8 - 3		1670	2.5	4.91	33.39	
13	B8 - 1		1570	2.5	4.91	31.39	
14	B8 - 2	0.5	2170	2.5	4.91	43.39	39.59
15	B8 - 3		2200	2.5	4.91	43.99	
16	B8 - 1	56 Hari	1220	2.5	4.91	24.39	
17	B8 - 2	1.5	1850	2.5	4.91	36.99	33.12
18	B8 - 3		1900	2.5	4.91	37.99	

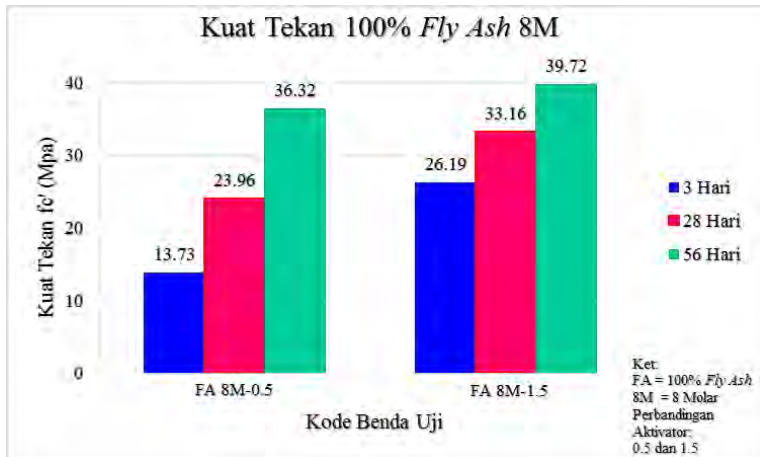


Grafik 4.9 Hasil Kuat Tekan 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

c) Kuat Tekan 100% *Fly Ash* 8M

Tabel 4.9 Hasil Kuat Tekan 100% *Fly Ash* 8M

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BINDER GEOPOLIMER - 100% <i>FLY ASH</i> 8M								
No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Hasil Kuat Tekan (Kgf)	Diameter (cm)	Luas Binder (cm ²)	Kuat Tekan fc' (Mpa)	Rata-Rata Kuat Tekan fc' (Mpa)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	810	2.5	4.91	16.20	13.73
2	B8 - 2			530	2.5	4.91	10.60	
3	B8 - 3			720	2.5	4.91	14.40	
4	B8 - 1		1.5	1710	2.5	4.91	34.19	26.19
5	B8 - 2			1625	2.5	4.91	32.49	
6	B8 - 3			595	2.5	4.91	11.90	
7	B8 - 1	28 Hari	0.5	1035	2.5	4.91	20.69	23.96
8	B8 - 2			1205	2.5	4.91	24.09	
9	B8 - 3			1355	2.5	4.91	27.09	
10	B8 - 1		1.5	1780	2.5	4.91	35.59	33.16
11	B8 - 2			1575	2.5	4.91	31.49	
12	B8 - 3			1620	2.5	4.91	32.39	
13	B8 - 1	56 Hari	0.5	2125	2.5	4.91	42.49	36.32
14	B8 - 2			2030	2.5	4.91	40.59	
15	B8 - 3			1295	2.5	4.91	25.89	
16	B8 - 1		1.5	1970	2.5	4.91	39.39	39.72
17	B8 - 2			1350	2.5	4.91	26.99	
18	B8 - 3			2640	2.5	4.91	52.79	



Grafik 4.10 Hasil Kuat Tekan 100% *Fly Ash* 8M

Tambahan:

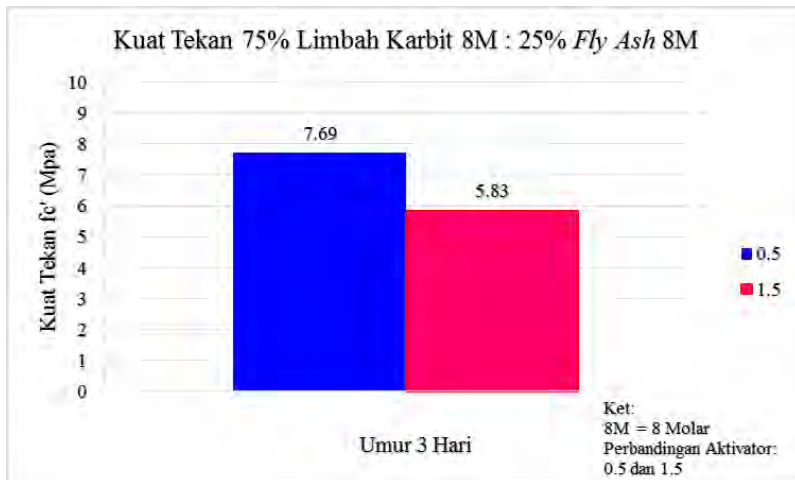
d) Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% *Fly Ash* 8M

Tabel 4.10 Hasil Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% *Fly Ash* 8M

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BINDER GEOPOLIMER - 75% LIMBAH KARBIT 8M : 25% FLY ASH 8M

No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Hasil Kuat Tekan	Diameter	Luas Binder	Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
				(Kgf)	(cm)	(cm ²)	fc' (Mpa)	fc' (Mpa)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	364	2.5	4.91	7.28	7.69
2	B8 - 2			415	2.5	4.91	8.30	
3	B8 - 3			297	2.5	4.91	5.94	
4	B8 - 4			404	2.5	4.91	8.08	
5	B8 - 5			310	2.5	4.91	6.20	
6	B8 - 6			440	2.5	4.91	8.80	
7	B8 - 1		1.5	382	2.5	4.91	7.64	5.83
8	B8 - 2			302	2.5	4.91	6.04	
9	B8 - 3			346	2.5	4.91	6.92	

10	B8 - 4	350	2.5	4.91	7.00
11	B8 - 5	230	2.5	4.91	4.60
12	B8 - 6	295	2.5	4.91	5.90



Grafik 4.11 Hasil Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% Fly Ash 8M

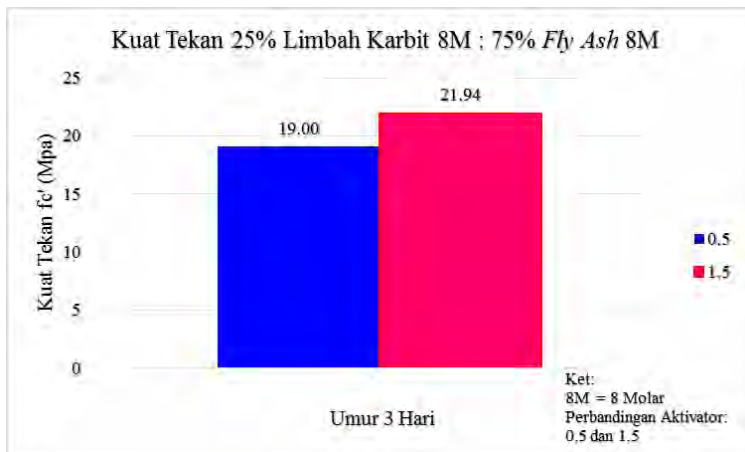
Tambahan:

e) Kuat Tekan 25% Limbah Karbit 8M : 75% Fly Ash 8M

Tabel 4.11 Hasil Kuat Tekan 25% Limbah Karbit 8M : 75% Fly Ash 8M

HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BINDER GEOPOLIMER - 25% LIMBAH KARBIT 8M : 75% FLY ASH 8M								
No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Hasil Kuat Tekan	Diameter	Luas Binder	Kuat Tekan	Rata-Rata Kuat Tekan
				(Kgf)	(cm)	(cm ²)	f_c' (Mpa)	f_c' (Mpa)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	930	2.5	4.91	18.60	19.00
2	B8 - 2			925	2.5	4.91	18.50	

3	B8 - 3	1.5	1055	2.5	4.91	21.09	21.94
4	B8 - 4		1085	2.5	4.91	21.69	
5	B8 - 5		825	2.5	4.91	16.50	
6	B8 - 6		940	2.5	4.91	18.80	
7	B8 - 1		1110	2.5	4.91	22.19	
8	B8 - 2		1065	2.5	4.91	21.29	
9	B8 - 3		1260	2.5	4.91	25.19	
10	B8 - 4		1050	2.5	4.91	20.99	
11	B8 - 5		1162	2.5	4.91	23.23	
12	B8 - 6		1080	2.5	4.91	21.59	



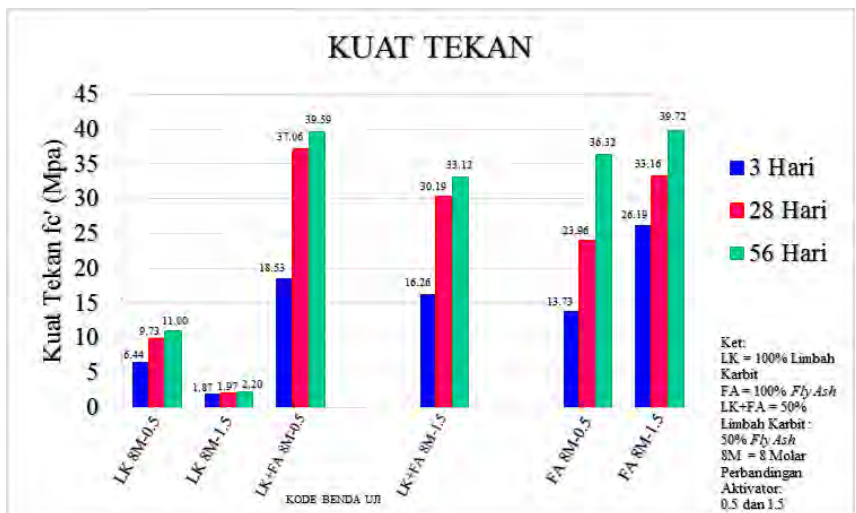
Grafik 4.12 Hasil Kuat Tekan 75% Limbah Karbit 8M : 25% Fly Ash 8M

f) Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan

Tabel 4.12 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan

No.	Kode Benda Uji	Rata-Rata Kuat Tekan f_c' (Mpa)		
		Umur		
		3 Hari	28 Hari	56 Hari
1	LK 8M-0.5	6.44	9.73	11.00
2	LK 8M-1.5	1.87	1.97	2.20

3	50LK + 50FA 8M - 0.5	18.53	37.06	39.59
4	50LK + 50FA 8M - 1.5	16.26	30.19	33.12
5	FA 8M-0.5	13.73	23.96	36.32
6	FA 8M-1.5	26.19	33.16	39.72



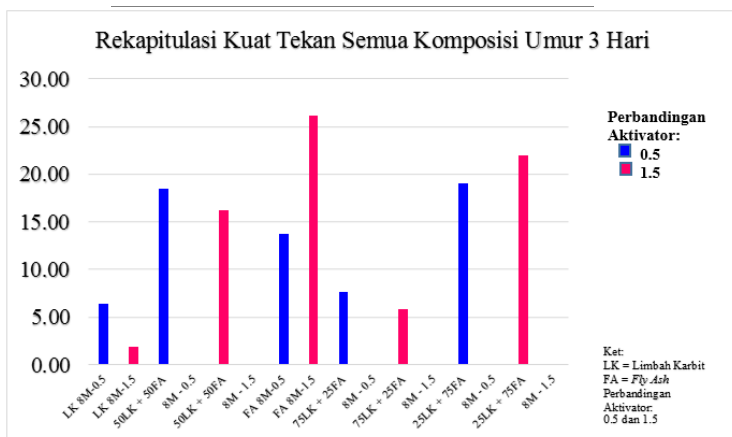
Grafik 4.13 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan

Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari Semua Komposisi

Tabel 4.13 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari

No.	Kode Benda Uji	Rata-Rata Kuat Tekan f_c' (Mpa)
		Umur 3 Hari
1	LK 8M-0.5	6.44

2	LK 8M-1.5	1.87
3	50LK + 50FA 8M - 0.5	18.53
4	50LK + 50FA 8M - 1.5	16.26
5	FA 8M-0.5	13.73
6	FA 8M-1.5	26.19
7	75LK + 25FA 8M - 0.5	7.69
8	75LK + 25FA 8M - 1.5	5.83
9	25LK + 75FA 8M - 0.5	19.00
10	25LK + 75FA 8M - 1.5	21.94



Grafik 4.14 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari

g) Analisa Data Kuat Tekan

- ♦ Kuat tekan rata-rata perbandingan aktivator 0,5 pada komposisi 100% limbah karbit dan 50% limbah karbit : 50% *fly ash*, cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan aktivator 1,5.
- ♦ Kuat tekan tertinggi terdapat pada komposisi 100% *fly ash* 8M dengan perbandingan aktivator 1,5 sebesar 39.72 Mpa pada umur 56 hari, sedangkan kuat tekan terendah pada komposisi 100% limbah karbit 8M dengan perbandingan aktivator 1,5 pada umur 3 hari dengan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 1.87 Mpa.
- ♦ Pada komposisi campuran 50% limbah karbit 8M : 50% *fly ash* 8M umur 56 hari perbandingan aktivator 0.5 dengan kuat tekan sebesar 39.59 Mpa hampir mendekati komposisi 100% *fly ash* 8M dengan kuat tekan sebesar 39.72 Mpa.
- ♦ Dari rekapitulasi umur 3 hari pada semua komposisi didapat kuat tekan tertinggi ada pada komposisi 100% *Fly Ash* dengan perbandingan aktivator 1.5 sebesar 26.19 Mpa sedangkan komposisi lainnya yang tertinggi pada presentase limbah karbit yang sedikit di perbandingan aktivator 0.5 komposisi 50% Limbah Karbit : 50% *Fly Ash* sebesar 18.53 Mpa dan di perbandingan aktivator 1.5 komposisi 25% Limbah Karbit : 75% *Fly Ash* sebesar 21.94 Mpa.

4.3.3 Test Porositas

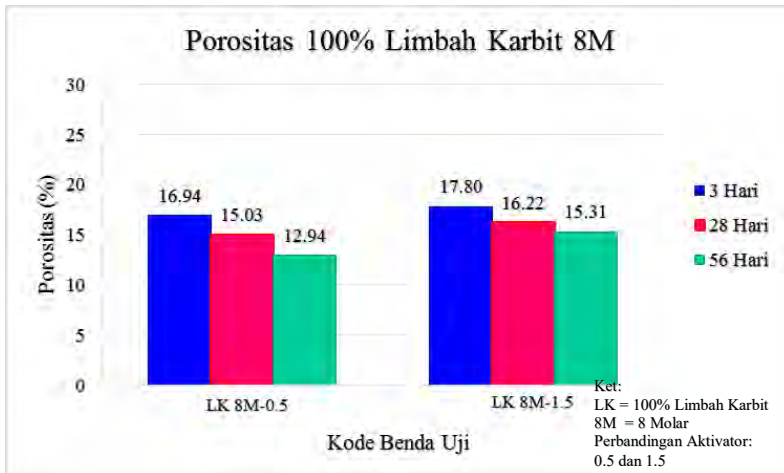
Tes porositas merupakan tes untuk mengetahui kadar pori dari suatu binder, yang dilakukan di Laboratorium Uji Jalan Diploma Teknik Sipil – FTSP – ITS Surabaya. dimana semakin besar kadar porinya maka semakin rendah

mutu binder itu. Adapun hasil dan analisa mengenai kadar pori adalah sebagai berikut :

a) Test Porositas 100% Limbah Karbit 8M

Tabel 4.14 Hasil Porositas 100% Limbah Karbit 8M

HASIL PENGUJIAN POROSITAS BINDER GEOPOLIMER - 100% LIMBAH KARBIT 8M								
No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Berat Jenuh Di Udara	Berat Jenuh Di Air	Berat SSD	Porositas	Rata-Rata Porositas
				(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	41.80	18.41	37.83	16.97	16.94
2	B8 - 2			42.55	19.18	38.37	17.89	
3	B8 - 3			41.19	18.26	37.53	15.96	
4	B8 - 1		1.5	44.96	20.31	40.61	17.65	17.80
5	B8 - 2			44.91	20.22	40.44	18.10	
6	B8 - 3			44.64	20.16	40.32	17.65	
7	B8 - 1	28 Hari	0.5	45.80	20.29	41.59	16.50	15.03
8	B8 - 2			45.21	20.43	41.86	13.52	
9	B8 - 3			45.16	20.20	41.40	15.06	
10	B8 - 1		1.5	42.83	19.49	38.98	16.50	16.22
11	B8 - 2			42.20	19.30	38.60	15.72	
12	B8 - 3			42.38	19.29	38.58	16.46	
13	B8 - 1	56 Hari	0.5	42.99	19.46	39.32	15.60	12.94
14	B8 - 2			42.36	19.66	39.89	10.88	
15	B8 - 3			42.23	19.56	39.43	12.35	
16	B8 - 1		1.5	45.99	19.49	41.32	17.62	15.31
17	B8 - 2			45.36	19.66	41.89	13.50	
18	B8 - 3			45.23	19.58	41.43	14.81	



Grafik 4.15 Hasil Porositas 100% Limbah Karbit 8M

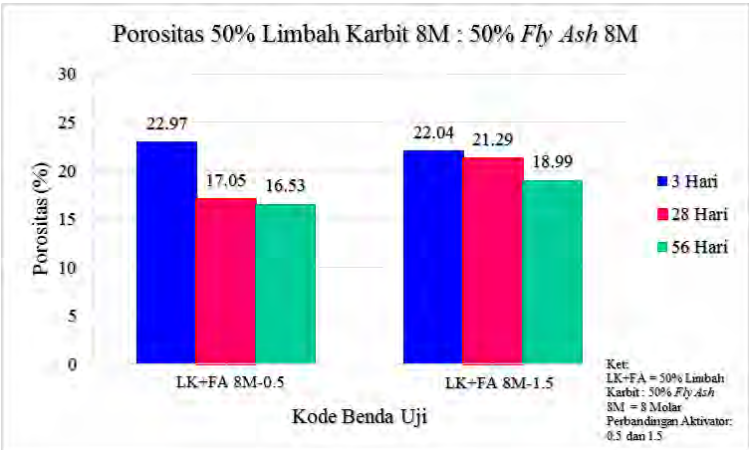
b) Test Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

Tabel 4.15 Hasil Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

HASIL PENGUJIAN POROSITAS BINDER GEOPOLIMER - 50% LIMBAH KARBIT 8M : 50% *FLY ASH* 8M

No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Berat Jenuh Di Udara	Berat Jenuh Di Air	Berat SSD	Porositas	Rata-Rata Porositas
				(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	47.32	20.61	41.88	20.37	22.04
2	B8 - 2			47.51	20.41	41.51	22.14	
3	B8 - 3			47.44	20.81	41.15	23.62	
4	B8 - 1	3 Hari	1.5	43.61	18.31	37.69	23.40	22.97
5	B8 - 2			43.51	18.11	37.99	21.73	
6	B8 - 3			44.76	18.11	38.42	23.79	
7	B8 - 1	28 Hari	0.5	45.21	21.91	41.31	16.74	17.05
8	B8 - 2			44.91	21.11	41.91	12.61	
9	B8 - 3			46.11	20.61	40.55	21.80	

10	B8 - 1	1.5	56 Hari	46.69	19.31	40.57	22.35	21.29
11	B8 - 2			46.42	19.41	40.37	22.40	
12	B8 - 3			45.69	19.91	40.76	19.12	
13	B8 - 1	0.5	56 Hari	45.35	20.91	41.62	15.26	16.53
14	B8 - 2			45.79	20.11	41.63	16.20	
15	B8 - 3			45.98	20.51	41.36	18.14	
16	B8 - 1	1.5	56 Hari	40.61	20.31	36.61	19.70	18.99
17	B8 - 2			40.59	20.11	36.71	18.95	
18	B8 - 3			40.51	20.71	36.88	18.33	



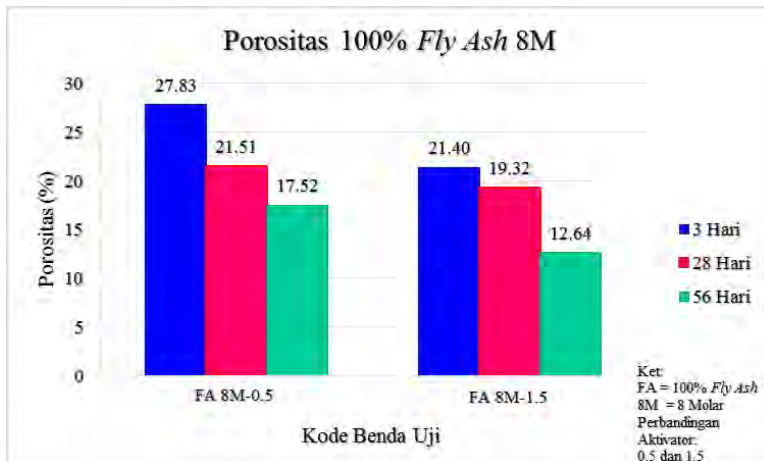
Grafik 4.16 Hasil Porositas 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

c) Test Porositas 100% Fly Ash 8M

Tabel 4.16 Hasil Porositas 100% Fly Ash 8M

HASIL PENGUJIAN POROSITAS BINDER GEOPOLIMER - 100% FLY ASH 8M								
No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Berat Jenuh Di Udara	Berat Jenuh Di Air	Berat SSD	Porositas	Rata-Rata Porositas
				(gram)	(gram)	(gram)	(%)	(%)
1	B8 - 1	3 Hari	0.5	48.70	24.60	41.88	28.30	27.83

2	B8 - 2	1.5	28 Hari	44.62	23.10	38.47	28.58	21.40
3	B8 - 3			49.48	26.60	43.39	26.62	
4	B8 - 1			61.29	31.60	55.01	21.15	
5	B8 - 2			60.76	30.60	54.68	20.16	
6	B8 - 3			59.43	29.50	52.58	22.89	
7	B8 - 1			47.50	23.20	42.23	21.69	
8	B8 - 2	0.5	28 Hari	44.60	26.60	40.43	23.17	21.51
9	B8 - 3			44.10	24.80	40.30	19.69	
10	B8 - 1			47.88	24.30	43.33	19.30	
11	B8 - 2			49.87	25.70	45.19	19.36	
12	B8 - 3			49.78	25.60	45.11	19.31	
13	B8 - 1			41.29	21.37	37.75	17.77	
14	B8 - 2	0.5	56 Hari	41.15	21.22	37.68	17.41	17.52
15	B8 - 3			41.07	21.10	37.60	17.38	
16	B8 - 1			45.40	22.50	44.50	3.93	
17	B8 - 2			47.90	24.40	44.80	13.19	
18	B8 - 3			47.10	23.30	42.15	20.80	

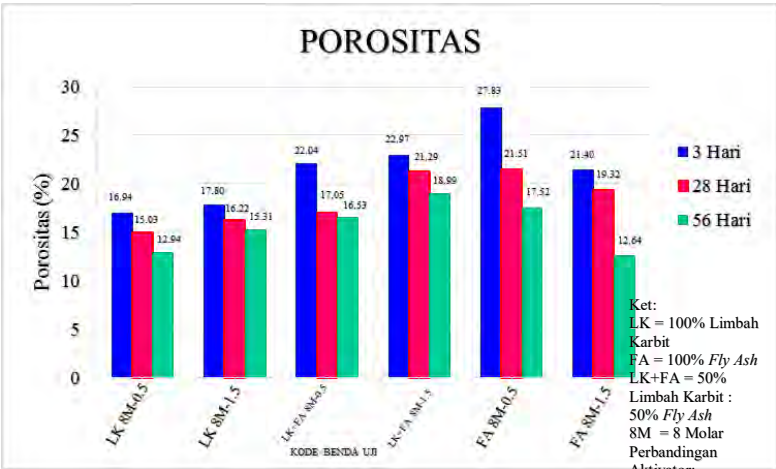


Grafik 4.17 Hasil Porositas 100% Fly Ash 8M

d) Rekapitulasi Pengujian Porositas

Tabel 4.17 Rekapitulasi Pengujian Porositas

No.	Kode Benda Uji	Rata-Rata Porositas (%)		
		Umur		
		3 Hari	28 Hari	56 Hari
1	LK 8M-0.5	16.94	15.03	12.94
2	LK 8M-1.5	17.80	16.22	15.31
3	LK+FA 8M-0.5	22.04	17.05	16.53
4	LK+FA 8M-1.5	22.97	21.29	18.99
5	FA 8M-0.5	27.83	21.51	17.52
6	FA 8M-1.5	21.40	19.32	12.64



Grafik 4.18 Rekapitulasi Pengujian Porositas dan 1.5

h) Analisa Data Porositas

- Hasil pengujian porositas, perbandingan aktivator 1,5 lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan aktivator 0,5 pada komposisi 100% limbah karbit 8M dan 50% limbah

karbit 8M : 50% *fly ash* 8M. Sedangkan perbandingan aktivator 0,5 lebih tinggi dibandingkan dengan perbandingan aktivator 1,5 pada komposisi 100% *fly ash* 8M.

- ♦ Semakin tinggi hasil porositas yang diperoleh maka semakin jelek kadar pori yang terkandung. Sehingga kadar pori terendah terdapat pada komposisi 100% *fly ash* 8M sebesar 12,64% dengan umur 56 hari dan perbandingan aktivator 1,5.

4.3.4 Test UPV

Tes UPV merupakan pengujian kekuatan tekan beton secara tidak langsung, melalui pengukuran kecepatan perambatan gelombang elektronik longitudinal pada media beton. Pada penelitian ini test UPV di ambil 4 titik sampel setiap benda uji, namun dalam penyajian di bab 4 hanya di cantumkan rata-rata dari 4 titik tersebut dan rinciannya dilampirkan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Uji Material dan Struktur Diploma Teknik Sipil – FTSP – ITS Surabaya.

a) Test UPV 100% Limbah Karbit 8M

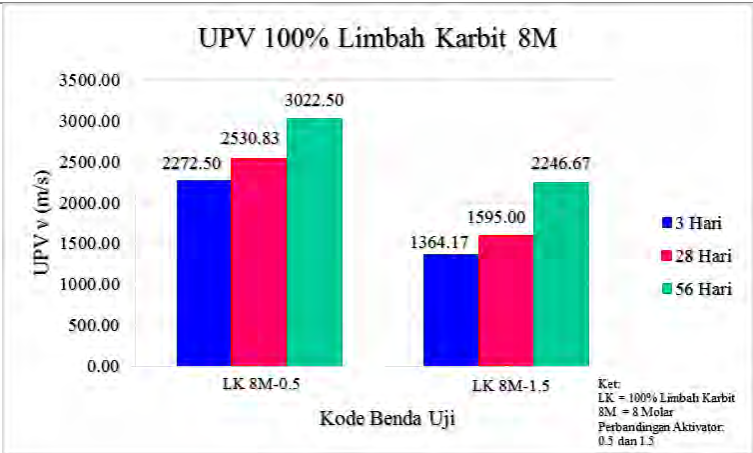
Tabel 4.18 Hasil UPV 100% Limbah Karbit 8M

No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Waktu Tempuh	Jarak Tempuh	Kecepatan Tempuh	Total Rata-Rata Kecepatan Tempuh	Kualitas Benda Uji
				t	L	v	v	
				(s)	(m)	(m/s)	(m/s)	
1	Kubus - 1	3 Hari	0.5	30.02	0.05	2280.00	2272.50	BAD

2	Kubus - 2			28.83		2392.50			
3	Kubus - 3			31.30		2145.00			
4	Kubus - 1			36.03		1095.00			
5	Kubus - 2	1.5		33.75	0.05	1827.50	1364.17	VERY BAD	
6	Kubus - 3			42.93		1170.00			
7	Kubus - 1			26.43		2657.50			
	28 Hari	0.5			0.05		2530.83	BAD	
8	Kubus - 2			28.55		2445.00			
9	Kubus - 3			28.10		2490.00			

10	Kubus - 1		37.23		1477.50		
11	Kubus - 2	1.5	34.15	0.05	1710.00	1595.00	VERY BAD
12	Kubus - 3		36.03		1597.50		
13	Kubus - 1		22.93		3007.50		
14	Kubus - 2	0.5	23.73	0.05	2927.50	3022.50	NORMAL
15	Kubus - 3	56 Hari	21.70		3132.50		
16	Kubus - 1	1.5	29.75	0.05	2350.00	2246.67	BAD

17	Kubus - 2	28.68	2432.50
18	Kubus - 3	32.43	1957.50



Grafik 4.19 Hasil UPV 100% Limbah Karbit 8M

b) Test UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

Tabel 4.19 Hasil UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

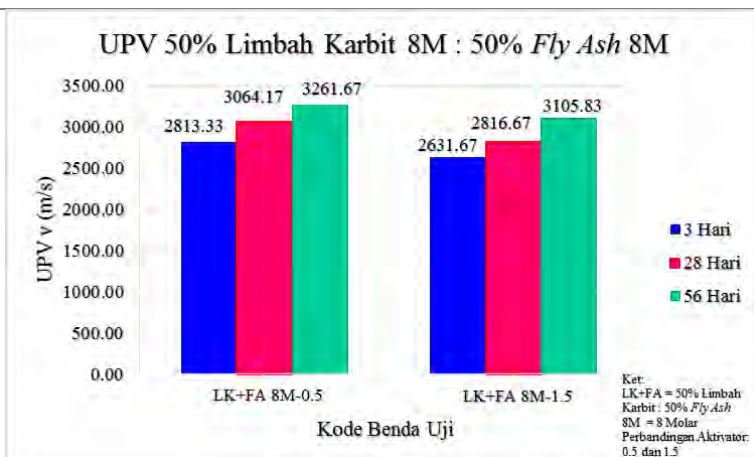
No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Waktu Tempuh	Jarak Tempuh	Kecepatan Tempuh	Total Rata-Rata Kecepatan Tempuh	Kualitas Benda Uji
				t	L	v	v	
				(s)	(m)	(m/s)	(m/s)	
1	Kubus - 1	3 Hari	0.5	25.80	0.05	2720.00	2813.33	BAD

2	Kubus - 2		25.88		2712.50		
3	Kubus - 3		22.93		3007.50		
4	Kubus - 1		29.08		2392.50		
5	Kubus - 2	1.5	26.33	0.05	2667.50	2631.67	BAD
6	Kubus - 3		24.65		2835.00		
7	Kubus - 1		23.98		2902.50		
	28 Hari	0.5		0.05		3064.17	NORMAL
8	Kubus - 2		21.65		3135.00		
9	Kubus - 3		21.45		3155.00		

10	Kubus - 1		26.18		2682.50		
1	Kubus - 2	1.5	24.35	0.05	2865.00	2816.67	BAD
12	Kubus - 3		23.98		2902.50		
13	Kubus - 1		17.48		3552.50		
14	Kubus - 2	0.5	21.40	0.05	2860.00	3261.67	NORMAL
15	Kubus - 3		19.28		3372.50		
16	Kubus - 1	1.5	24.95	0.05	2805.00	3105.83	NORMAL

17	Kubus - 2	19.65	3335.00
----	-----------	-------	---------

18	Kubus - 3	21.23	3177.50
----	-----------	-------	---------



Grafik 4.20 Hasil UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

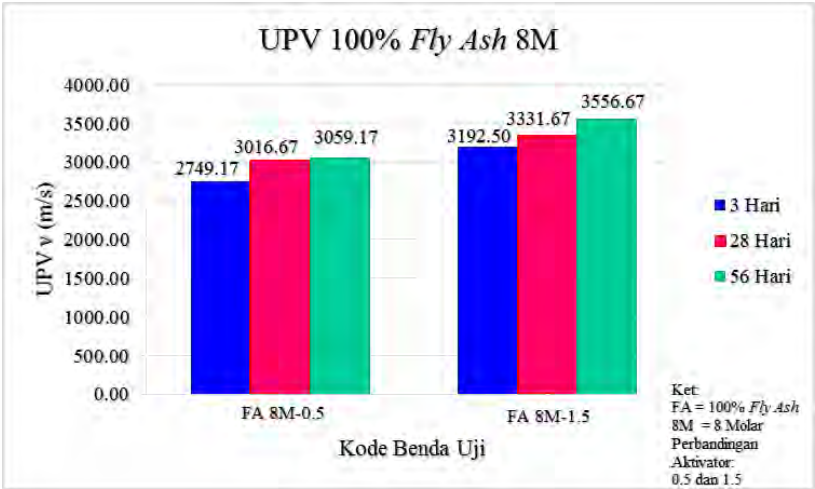
c) Test UPV 100% Fly Ash 8M

Tabel 4.20 Hasil UPV 100% Fly Ash 8M

No.	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	Waktu Tempuh	Jarak Tempuh	Kecepatan Tempuh	Total Rata-Rata Kecepatan Tempuh	Kualitas Benda Uji
				t	L	v	v	
				(s)	(m)	(m/s)	(m/s)	

1	Kubus - 1		26.48		2627.50		
2	Kubus - 2	0.5	23.85	0.05	2915.00	2749.17	BAD
3	Kubus - 3		25.95		2705.00		
3 Hari							
4	Kubus - 1		21.38		3162.50		
5	Kubus - 2	1.5	20.28	0.05	3272.50	3192.50	NORMAL
6	Kubus - 3		21.58		3142.50		
7	Kubus - 1	28 Hari	23.28	0.05	2972.50	3016.67	NORMAL
8	Kubus - 2		21.40		3160.00		

16	Kubus - 1		17.23		3577.50	
17	Kubus - 2	1.5	17.30	0.05	3570.00	3556.67
18	Kubus - 3		17.75		3522.50	

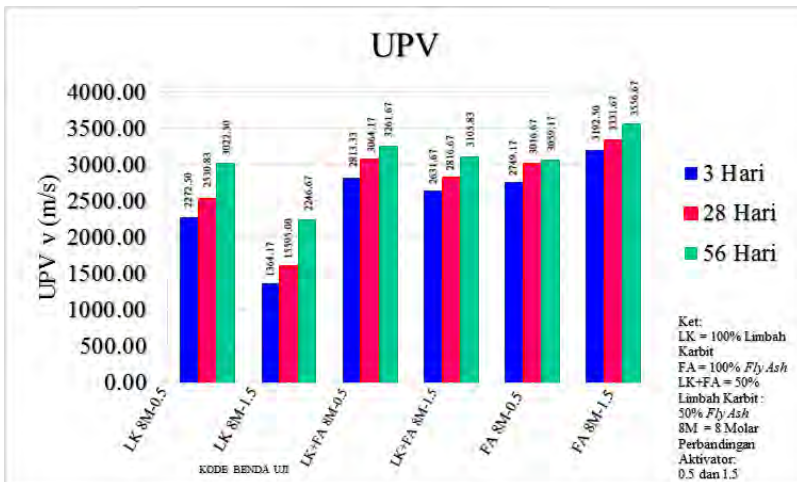


Grafik 4.21 Hasil UPV 100% *Fly Ash* 8M

d) Rekapitulasi Pengujian UPV

Tabel 4.21 Rekapitulasi Pengujian UPV

No.	Kode Benda Uji	Rata-Rata v (m/s) UPV		
		Umur		
		3 Hari	28 Hari	56 Hari
1	LK 8M-0.5	2272.50	2530.83	3022.50
2	LK 8M-1.5	1364.17	1595.00	2246.67
3	LK+FA 8M-0.5	2813.33	3064.17	3261.67
4	LK+FA 8M-1.5	2631.67	2816.67	3105.83
5	FA 8M-0.5	2749.17	3016.67	3059.17
6	FA 8M-1.5	3192.50	3331.67	3556.67



Grafik 4.22 Rekapitulasi Pengujian UPV

Dari hasil data di atas dapat dilihat nilai hasil tes *UPV* pada pasta geopolimer tertinggi adalah pengujian umur 56 hari perbandingan aktivator 1,5 pada komposisi 100% *fly ash* 8M sebesar 3556,67 m/s termasuk kualitas binder baik dan untuk hasil tes *UPV* terendah adalah pengujian umur 3 hari

perbandingan aktivator 1,5 pada komposisi 100% limbah karbit 8M sebesar 1364,17 m/s termasuk kualitas binder sangat jelek.

4.3.5 Test Permeabilitas

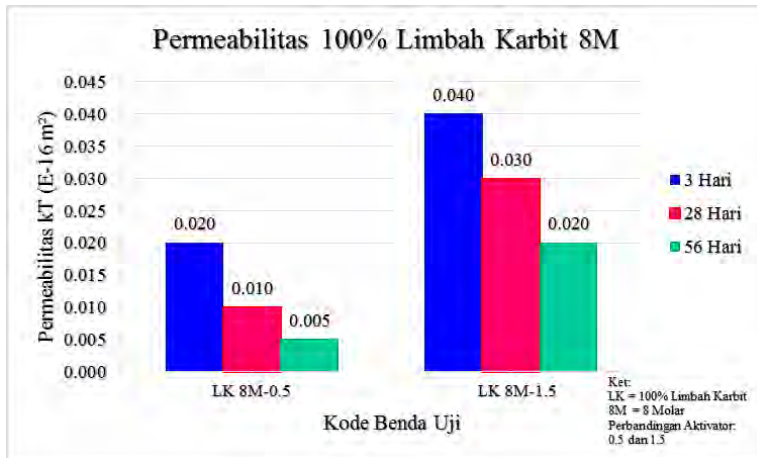
Tes Permeabilitas adalah pengujian ukuran kemampuan bahan untuk mengetahui kerapatan benda uji. Permeabilitas yang dilakukan adalah jenis permeabilitas udara yang pengujiannya dengan menvakum benda uji. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Uji Material dan Struktur Diploma Teknik Sipil – FTSP – ITS Surabaya.

a) Test Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M

Tabel 4.22 Hasil Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M

HASIL PENGUJIAN PERMEABILITAS KUBUS GEOPOLIMER - 100% LIMBAH KARBIT 8M								
No	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	L	Rata-Rata L	kT	Rata-Rata kT	Kualitas Benda Uji
				(mm)	(mm)	(E-16 m²)	(E-16 m²)	
1	Kubus - 1	3 Hari	0.5	7.4	6.97	0.017	0.02	GOOD
2	Kubus - 2			8.4		0.019		
3	Kubus - 3			5.1		0.009		
4	Kubus - 1		1.5	9.7	9.43	0.051	0.04	GOOD
5	Kubus - 2	9.5		0.050				
6	Kubus - 3	9.1		0.031				
7	Kubus - 1	28 Hari	0.5	4.8	5.00	0.011	0.01	GOOD
8	Kubus - 2			4.7		0.009		
9	Kubus - 3			5.5		0.019		
10	Kubus - 1		1.5	9.4	7.77	0.039	0.03	GOOD
11	Kubus - 2	6.6		0.015				
12	Kubus - 3	7.3		0.025				

13	Kubus - 1			4.9		0.009		
14	Kubus - 2		0.5	4.3	4.27	0.003	0.005	VERY GOOD
15	Kubus - 3	56		3.6		0.002		
16	Kubus - 1	Hari		8.7		0.02		
17	Kubus - 2		1.5	8.9	7.13	0.021	0.02	GOOD
18	Kubus - 3			3.8		0.004		



Grafik 4.23 Hasil Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M

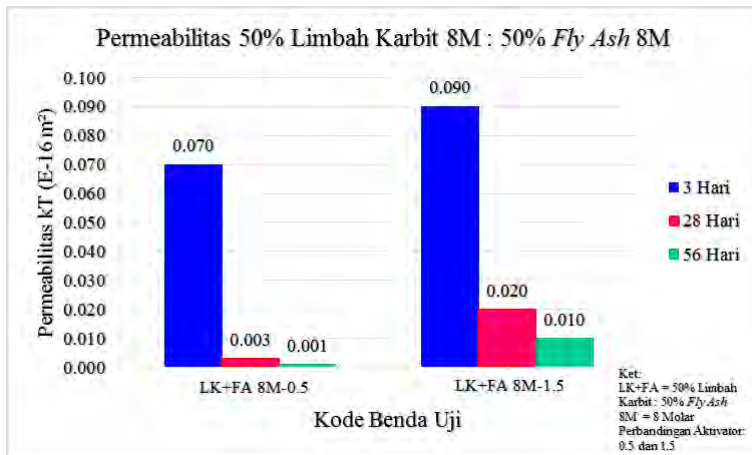
b) Test Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

Tabel 4.23 Hasil Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

HASIL PENGUJIAN PERMEABILITAS KUBUS GEOPOLIMER - 50% LIMBAH KARBIT 8M : 50% FLY ASH 8M

No	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	L (mm)	Rata-Rata L (mm)	kT (E-16 m ²)	Rata-Rata kT (E-16 m ²)	Kualitas Benda Uji
1	Kubus - 1			9.4		0.153		
2	Kubus - 2	3 Hari	0.5	8.2	8.97	0.018	0.07	GOOD
3	Kubus - 3			9.3		0.042		

4	Kubus - 1		9.7	0.009			
5	Kubus - 2	1.5	9.2	9.47	0.030	0.09	GOOD
6	Kubus - 3		9.5	0.240			
7	Kubus - 1		4.6	0.003			
8	Kubus - 2	0.5	4.3	4.67	0.003	0.003	VERY GOOD
9	Kubus - 3	28	5.1	0.004			
10	Kubus - 1	Hari	8.6	0.020			
11	Kubus - 2	1.5	7.6	7.83	0.014	0.02	GOOD
12	Kubus - 3		7.3	0.018			
13	Kubus - 1		5.9	0.002			
14	Kubus - 2	0.5	2.1	3.20	0.001	0.001	VERY GOOD
15	Kubus - 3	56	1.6	0.001			
16	Kubus - 1	Hari	6.3	0.008			
17	Kubus - 2	1.5	7.2	6.03	0.011	0.01	GOOD
18	Kubus - 3		4.6	0.007			

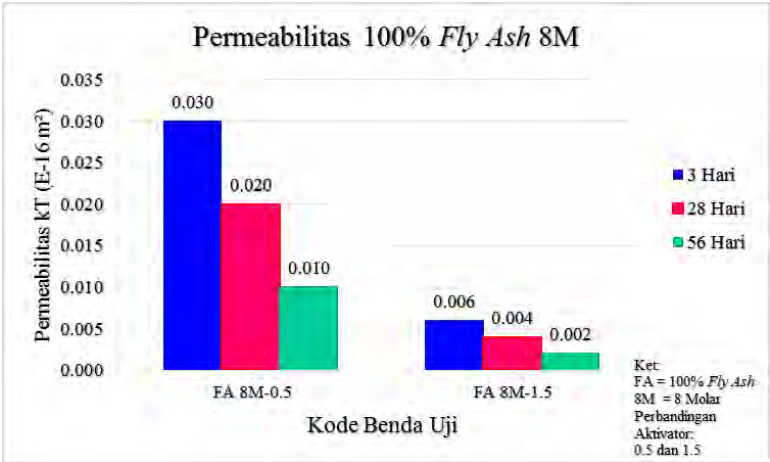


Grafik 4.24 Hasil Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

c) Test Permeabilitas 100% Fly Ash 8M

Tabel 4.24 Hasil Permeabilitas 100% *Fly Ash* 8M

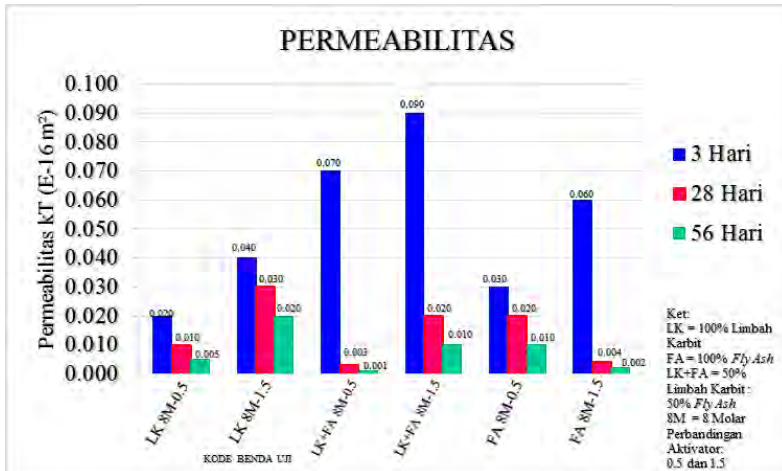
HASIL PENGUJIAN PERMEABILITAS KUBUS GEOPOLIMER - 100% FLY ASH 8M								
No	Kode Benda Uji	Umur	Perbandingan Aktivator	L	Rata-Rata L	kT	Rata-Rata kT	Kualitas Benda Uji
				(mm)	(mm)	(E-16 m ²)	(E-16 m ²)	
1	Kubus - 1	3 Hari	0.5	9.2		0.021		GOOD
2	Kubus - 2			9.4	9.37	0.025	0.03	
3	Kubus - 3			9.5		0.029		
4	Kubus - 1		1.5	6.7		0.005		
5	Kubus - 2	8.4		7.07	0.007	0.006		
6	Kubus - 3	6.1			0.005			
7	Kubus - 1	28 Hari	0.5	9.2		0.021		GOOD
8	Kubus - 2			9.4	8.83	0.025	0.02	
9	Kubus - 3			7.9		0.019		
10	Kubus - 1		1.5	6.4		0.005		
11	Kubus - 2	4.1		5.00	0.003	0.004		
12	Kubus - 3	4.5			0.003			
13	Kubus - 1	56 Hari	0.5	9.1		0.022		GOOD
14	Kubus - 2			7.3	7.30	0.014	0.01	
15	Kubus - 3			5.5		0.007		
16	Kubus - 1		1.5	4.1		0.003		
17	Kubus - 2	3.6		3.73	0.002	0.002		
18	Kubus - 3	3.5			0.002			



Grafik 4.25 Hasil Permeabilitas 100% *Fly Ash* 8M

d) Rekapitulasi Pengujian Permeabilitas
Tabel 4.25 Rekapitulasi Pengujian Permeabilitas

No.	Kode Benda Uji	Rata-Rata kT (E-16 m ²)		
		Permea		
		Umur		
		3 Hari	28 Hari	56 Hari
1	LK 8M-0.5	0.020	0.010	0.005
2	LK 8M-1.5	0.040	0.030	0.020
3	LK+FA 8M-0.5	0.070	0.003	0.001
4	LK+FA 8M-1.5	0.090	0.020	0.010
5	FA 8M-0.5	0.030	0.020	0.010
6	FA 8M-1.5	0.060	0.004	0.002



Grafik 4.26 Rekapitulasi Pengujian Permeabilitas

Dari hasil data di atas dapat dilihat nilai hasil tes permeabilitas pada kubus geopolimer tertinggi dan terendah adalah pada komposisi 50% limbah karbit 8M : 50% *fly ash* 8M sebesar $0,001.10^{-16}m^2$ untuk perbandingan aktivator 0,5 termasuk kualitas kubus sangat baik dan sebesar $0,090.10^{-16}m^2$ untuk perbandingan aktivator 1,5 termasuk kualitas kubus baik.

4.4 Analisa Penelitian

Analisa penelitian ini membahas terkaitan tiap pengujian yang dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Hubungan Kuat Tekan dan Porositas
2. Hubungan Kuat Tekan dan UPV
3. Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas

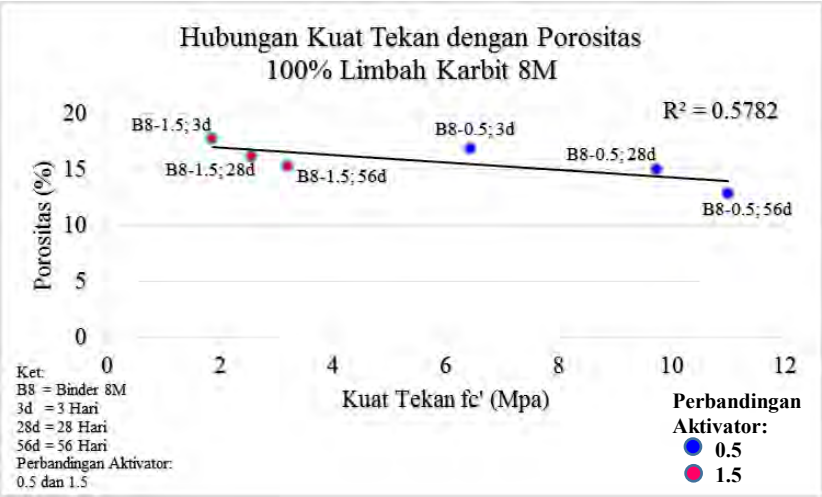
4.4.1 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas

a) 100% Limbah Karbit 8M

Tabel 4.26 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% Limbah Karbit 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	Porositas
	fc' (Mpa)	(%)
B8-0.5; 3d	6.44	16.94

B8-0.5; 28d	9.73	15.03
B8-0.5; 56d	11.00	12.94
B8-1.5; 3d	1.87	17.80
B8-1.5; 28d	2.57	16.22
B8-1.5; 56d	3.20	15.31

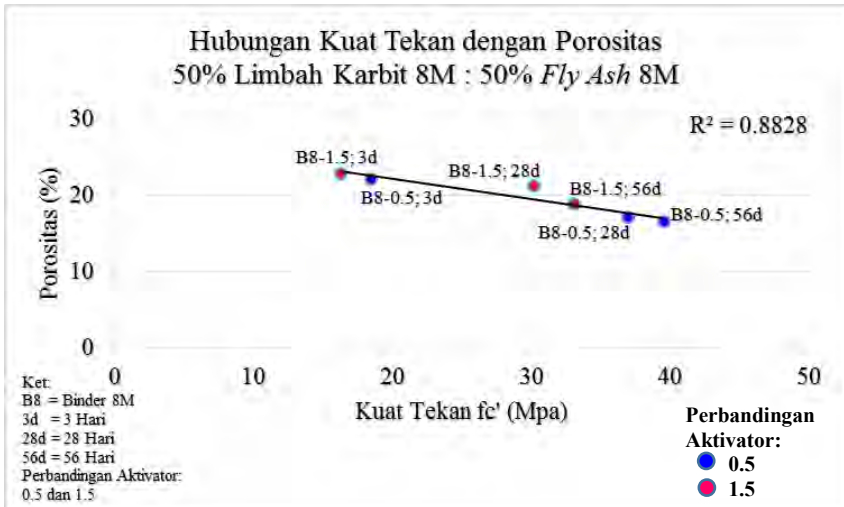


Grafik 4.27 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% Limbah Karbit 8M

b) 50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

Tabel 4.27 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 50%
Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	Porositas
	f_c' (Mpa)	(%)
B8-0.5; 3d	13.73	27.83
B8-0.5; 28d	23.96	21.51
B8-0.5; 56d	36.32	17.52
B8-1.5; 3d	26.19	21.40
B8-1.5; 28d	33.16	19.32
B8-1.5; 56d	39.32	12.64

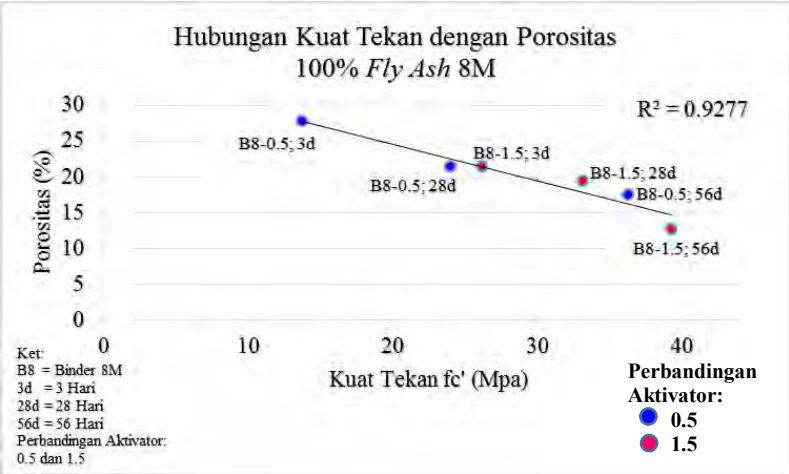


Grafik 4.28 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 50%
 Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

c) 100% Fly Ash 8M

Tabel 4.28 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% Fly Ash 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	Porositas
	f_c' (Mpa)	(%)
B8-0.5; 3d	13.73	27.83
B8-0.5; 28d	23.96	21.51
B8-0.5; 56d	36.32	17.52
B8-1.5; 3d	26.19	21.40
B8-1.5; 28d	33.16	19.32
B8-1.5; 56d	39.32	12.64



Tabel 4.29 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas 100% Fly Ash 8M

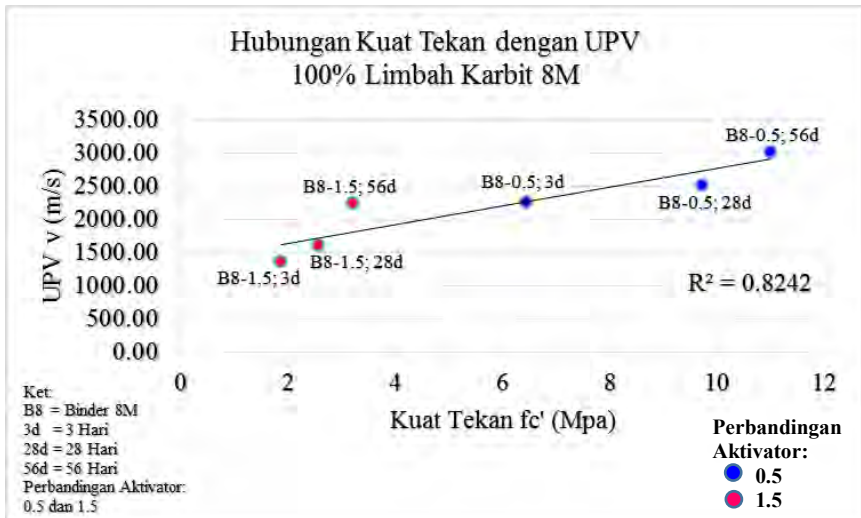
Berdasarkan dari hasil korelasi diatas, maka dapat di simpulkan bahwa kolerasi (hubungan) kuat tekan dan porositas adalah semakin tinggi nilai kuat tekan yang di hasilkan maka semakin rendah nilai porositas yang di hasilkan. Uji porositas merupakan uji kadar pori semakin banyak kadar pori dalam binder maka semakin kecil kuat tekan binder tersebut.

4.4.2 Hubungan Kuat Tekan dan UPV

a) 100% Limbah Karbit 8M

Tabel 4.29 Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% Limbah Karbit 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	UPV
	f_c' (Mpa)	v (m/s)
B8-0.5; 3d	6.44	2272.50
B8-0.5; 28d	9.73	2530.83
B8-0.5; 56d	11.00	3022.50
B8-1.5; 3d	1.87	1364.17
B8-1.5; 28d	2.57	1595.00
B8-1.5; 56d	3.20	2246.67

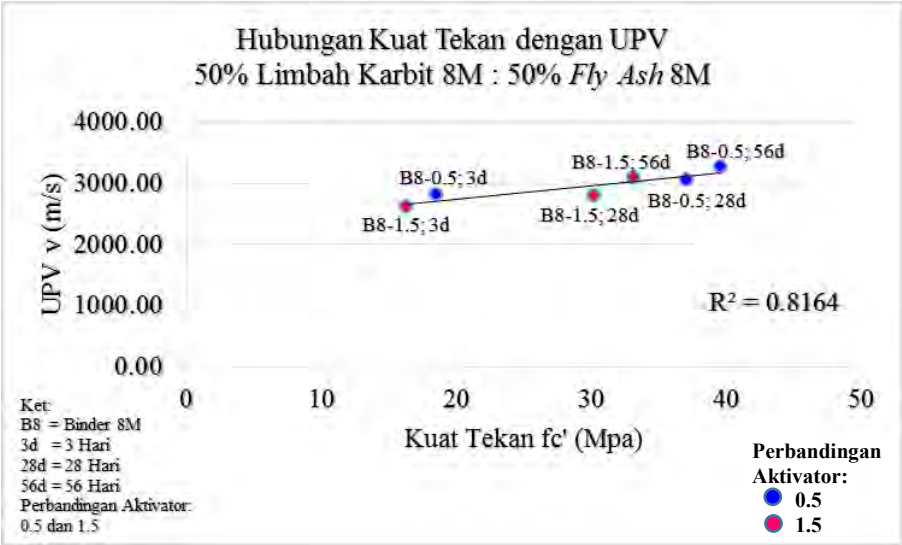


Grafik 4.30 Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% Limbah Karbit 8M

b) 50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

Tabel 4.30 Hubungan Kuat Tekan dan UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	UPV
	fc' (Mpa)	v (m/s)
B8-0.5; 3d	18.53	2813.33
B8-0.5; 28d	37.06	3064.17
B8-0.5; 56d	39.59	3261.67
B8-1.5; 3d	16.26	2631.67
B8-1.5; 28d	30.19	2816.67
B8-1.5; 56d	33.12	3105.83

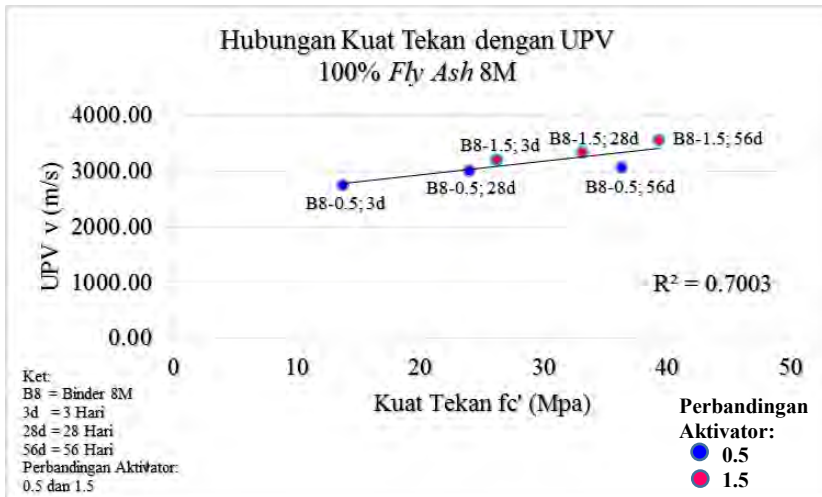


Tabel 4.31 Hubungan Kuat Tekan dan UPV 50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

c) 100% *Fly Ash* 8M

Tabel 4.31 Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% *Fly Ash* 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	UPV
	f_c' (Mpa)	v (m/s)
B8-0.5; 3d	13.73	2749.17
B8-0.5; 28d	23.96	3016.67
B8-0.5; 56d	36.32	3059.17
B8-1.5; 3d	26.19	3192.50
B8-1.5; 28d	33.16	3331.67
B8-1.5; 56d	39.32	3556.67



Tabel 4.32 Hubungan Kuat Tekan dan UPV 100% Fly Ash 8M

Berdasarkan dari hasil korelasi diatas, maka dapat di simpulkan bahwa kolerasi (hubungan) kuat tekan dan UPV adalah semakin tinggi nilai kuat tekan yang di dihasilkan maka semakin tinggi pula nilai UPV yang di dihasilkan.

Uji UPV merupakan uji kekuatan tekan beton secara tidak langsung, melalui pengukuran kecepatan perambatan gelombang elektronik longitudinal pada media binder geopolimer tersebut.

4.4.3 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas

a) 100% Limbah Karbit 8M

Tabel 4.32 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	Permeabilitas
	f_c' (Mpa)	kT (E-16 m ²)
B8-0.5; 3d	6.44	0.020
B8-0.5; 28d	9.73	0.010
B8-0.5; 56d	11.00	0.005
B8-1.5; 3d	1.87	0.040
B8-1.5; 28d	2.57	0.030
B8-1.5; 56d	3.20	0.020

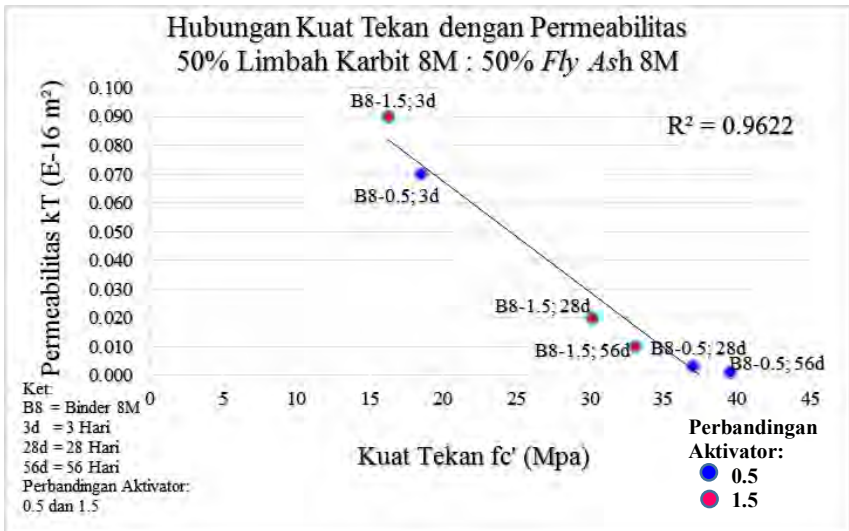


Grafik 4.33 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% Limbah Karbit 8M

b) 50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

Tabel 4.33 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas
50% Limbah Karbit 8M : 50% *Fly Ash* 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	Permeabilitas
	f_c' (Mpa)	kT ($E-16 m^2$)
B8-0.5; 3d	18.53	0.070
B8-0.5; 28d	37.06	0.003
B8-0.5; 56d	39.59	0.001
B8-1.5; 3d	16.26	0.090
B8-1.5; 28d	30.19	0.020
B8-1.5; 56d	33.12	0.010

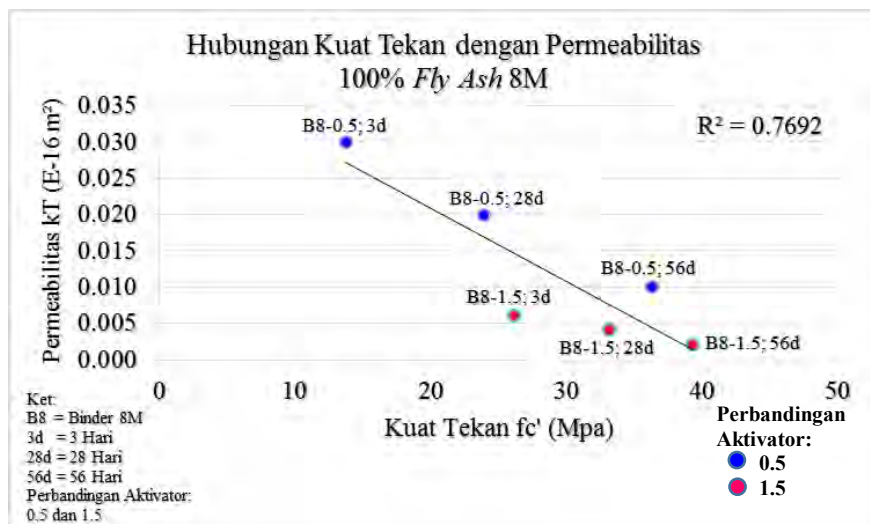


Tabel 4.34 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 50% Limbah Karbit 8M : 50% Fly Ash 8M

c) 100% Fly Ash 8M

Tabel 4.34 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% Fly Ash 8M

Kode Benda Uji	Kuat Tekan	Permeabilitas
	f_c' (Mpa)	kT (E-16 m ²)
B8-0.5; 3d	13.73	0.030
B8-0.5; 28d	23.96	0.020
B8-0.5; 56d	36.32	0.010
B8-1.5; 3d	26.19	0.006
B8-1.5; 28d	33.16	0.004
B8-1.5; 56d	39.32	0.002



Grafik 4.35 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas 100% Fly Ash 8M

Dapat dilihat dari grafik hubungan kuat tekan dan permeabilitas berbanding terbalik karena apabila nilai kuat tekan binder tinggi maka nilai permeabilitas binder rendah dan sebaliknya.

Uji permeabilitas merupakan uji yang tidak jauh berbeda dengan uji porositas akan tetapi uji permeabilitas ini mengetahui dengan cara seberapa cepat air atau udara masuk ke dalam beton. Maka semakin cepat air atau udara masuk melalui rongga pada beton semakin rendah kuat tekan beton tersebut.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan tertinggi selain terdapat pada komposisi 100% *fly ash* juga terdapat pada komposisi 50% limbah karbit : 50% *fly ash* dengan perbandingan aktivator 0,5 pada umur 56 hari sebesar 39,59 Mpa hanya selisih 0,13 Mpa dari komposisi 100% *fly ash* dengan perbandingan aktivator 1,5 pada umur 56 hari sebesar 3,72 Mpa. Penggunaan *fly ash* pada geopolimer masih belum bisa dihilangkan 100%, karena pada kuat tekan semua komposisi umur 3 hari, didapatkan bahwa semakin sedikit persentase limbah karbit yang dipakai semakin tinggi pula kuat tekan yang didapat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa limbah karbit hanya bisa di pakai sebagai *filler*.
2. Pengaruh Penggunaan 100% limbah karbit, 50% limbah karbit : 50% *fly ash*, dan 100% *fly ash* terhadap pengujian-pengujian yang dilakukan sebagai berikut:
 - a) Pada uji *setting time*, komposisi 50% limbah karbit : 50% *fly ash* dengan perbandingan aktivator 0,5 lebih cepat dibandingkan dengan komposisi 100% *fly ash* dengan perbandingan aktivator 0,5.
 - b) Pada uji kuat tekan binder geopolimer, kuat tekan tertinggi terdapat pada komposisi 100% *fly ash* dan 50% limbah karbit : 50% *fly ash* dengan perbandingan aktivator 1,5 dan 0,5 masing-masing mencapai 39,72 Mpa dan 39,59 Mpa pada umur 56 hari dan benda uji umur 3 hari untuk semua komposisi kuat tekan yang dihasilkan rendah.

- c) Pada uji porositas, semakin tinggi hasil porositas yang diperoleh maka semakin besar kadar pori yang terkandung. Sehingga kadar pori terendah terdapat pada komposisi 100% *fly ash* sebesar 12,64% dengan umur 56 hari dan perbandingan aktivator 1,5.
 - d) Pada uji UPV, semakin tinggi umur curing serta perbandingan aktivator, maka semakin tinggi pula kecepatan rambat gelombang yang dihasilkan. Kecepatan gelombang tertinggi terdapat pada komposisi 100% *fly ash* dan 50% limbah karbit : 50% *fly ash* masing-masing sebesar 35556,667 m/s dan 3261,67 m/s dengan umur 56 hari dan perbandingan aktivator 1,5 dan 0,5.
 - e) Pada uji Permeabilitas, semakin tinggi umur curing maka semakin bagus tingkat kerapatan yang dihasilkan. Koefisien permeabilitas terendah terdapat pada komposisi 100% *fly ash* dan 50% limbah karbit : 50% *fly ash* masing-masing sebesar $0,002 \cdot 10^{-16} \text{m}^2$ dan $0,001 \cdot 10^{-16} \text{m}^2$ dengan umur 56 hari dan perbandingan aktivator 1,5 dan 0,5.
3. Dari hasil serangkaian pengujian, perbandingan aktivator yang terbaik untuk limbah karbit ada pada 0,5 baik pada komposisi 100% limbah karbit maupun komposisi 50% limbah karbit : 50% *fly ash* sedangkan perbandingan aktivator yang terbaik untuk *fly ash* ada pada 1,5 hanya komposisi 100% *fly ash* saja. Pada komposisi 50% limbah karbit : 50% *fly ash* perbandingan aktivator yang terbaik adalah 0,5.

5.2. Saran

Dari serangkaian penelitian dengan benda uji silinder dan kubus yang telah dilakukan ada beberapa saran untuk dilanjutkan selanjutnya, yaitu :

1. Jika menggunakan komposisi 100% limbah karbit maka perlu adanya penambahan material lokal lain atau zat kimia untuk memperlambat *setting time*, karena limbah karbit memiliki kadar CaO lebih dari 90% yang membuat binder cepat mengeras.
2. Untuk pembuatan pasta geopolimer dengan benda uji kubus, sebaiknya dilakukan dengan mixer supaya adukannya rata maka hasil pengujiannya dapat maksimal.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

DAFTAR PUSTAKA

ASTM Commite C 39 – 04a dan AASHTO T22-15¹, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrial Concrete Specimens,2007.

ASTM Commite C 168

ASTM Commite C 191-04, Standard test method for time of setting of hydraulic cement by vicat needle, 2003

ASTM Commite C 270

ASTM Commite C 823-75

ASTM Commite C 597-09 ,Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete.

Budiarto, Alex; Budi, Christianito. 2007. *“Pengaruh Limbah Karbit dan Fly Ash Terhadap Kekuatan Mortar”*. Surabaya : Tugas Akhir S1 Skripsi Teknik Sipil Universitas Petra.

Davidovits,J. 1994, *Properties of Geopolymer Cements. Geopolymer Institute. France : Saint-Quentin.*

D. Hardjito., Steenie E. Wallah., Dody M.J Sumajouw., B.V Rangan., Sep 2004. *“Factors Influencing the Compressive Strength of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete”*. Jurnal Dimensi Teknik Sipil 6, 2:88-93.

Hardjito, Djwantoro.,and Rangan, B.V. 2005, “*Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash – Based Geopolymer Concrete*”. *Research Report GC I Faculty of Engineering Curtin University of Technology Perth, Australia.*

Kurniasari, Paramita Tri dkk. 2014. *Efek penambahan sukrosa pada setting time binder geopolymer dengan bahan dasar fly ash dan larutan Na_2SiO_3 serta NaOH dengan molaritas 12 M dan 14 M sebagai aktivator*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Natania, Dea. 2016. “*Studi Pemanfaatan Limbah Karbit PT. Smelting Company Sebagai Bahan Campuran Dalam Pembuatan Beton Ringan*”. Surabaya: Tugas Akhir PPNS.

Rachman, Fathirul dan Kurniawan, Taufan. 2016. “*Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Pasta Geopolimer*”. Surabaya: Tugas Akhir Diploma III Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

RILEM CPC 11.3

Silalahi, Abel. 1982 . *Teknologi Energi I*. Malang : Institute Teknologi Nasional.

SN 505 252/1, ANNEX E.

Subekti, Srie. 2009. *Ketahanan Kuat Tekan Pasta Geopolimer Molaritas 8 Mol Dan 12 Mol Terhadap Agresifitas NaCL*. Surabaya : Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah.

Wulandari, Arya. 2008. *Stoikiometri Reaksi dan Neraca Massa*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Jurusan Teknik Kimia.

BIODATA PENULIS



Nandia Samlistiya Putri

Penulis dilahirkan di Yogyakarta, 14 Maret 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmawanita Sidokare II Sidoarjo, SDN Sidokare IV Sidoarjo, SMPN 2 Sidoarjo, SMAN 21 Surabaya, Diploma III Teknik Sipil Bangunan Gedung FTSP ITS. Setelah lulus dari Diploma III tahun 2015, penulis mengikuti ujian masuk Lanjut Jenjang Diploma IV ITS.

Dan diterima di program studi Lanjut Jenjang Diploma IV Teknik Sipil pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP 3115.040.638. Di Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang ini penulis masuk dalam konsentrasi Bangunan Gedung.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Menghitung NaOH 8M

Cara membuat 1 liter larutan NaOH & Na ₂ SiO ₃				8 M
1 Menghitung kebutuhan NaOH yang akan digunakan				
n	=	M	x	v
	=	1 liter	x	8 mol/liter
	=	8	mol	
Dimana :				
n	=	jumlah mol zat terlarut		
M	=	kemolaran larutan (1 liter)		
v	=	volume larutan		
Mr NaOH	=	40	(Penjumlahan Ar dari unsur senyawa yaitu: Na = 23, O = 16, H = 1)	
Massa NaOH	=	n mol	x	Mr
	=	8	x	40
	=	320	gram	
2 Menghitung kebutuhan Na ₂ SiO ₃ yang akan digunakan				
n	=	M	x	v
	=	1 liter	x	8 mol/liter
	=	8	mol	
Dimana :				
n	=	jumlah mol zat terlarut		
M	=	kemolaran larutan (1 liter)		
v	=	volume larutan		
Mr Na ₂ SiO ₃	=	122	(Penjumlahan Ar dari unsur senyawa yaitu: Na ₂ = (23x2), Si = 28, O ₃ = (16x3))	
Massa Na ₂ SiO ₃	=	n mol	x	Mr
	=	8	x	122
	=	976	gram	

REKAPITULASI TRYING ERROR MIX DESAIN 100% LIMBAH KARBIT 8M



Komposisi percobaan dilakukan hanya pada perhitungan cetakan silinder 2.5 cm x 5 cm untuk cetakan kubus 15 cm x 15 cm x 5 cm, dilakukan dengan komposisi yang sudah berhasil.

Serta untuk tambahan komposisi, dilakukan pada cetakan silinder karena keterbatasan waktu dan pengujian hanya dilakukan pada kuat tekan sejumlah 6 buah:

No.	Perbandingan	Komposisi	Keterangan
1	100% LK	74% : 26%	FAILED
		70% : 30%	FAILED
		65% : 35%	FAILED
		60% : 40%	FAILED
		55% : 45%	SUCCESS
2	50% LK : 50% FA	74% : 26%	SUCCESS
3	100% FA	74% : 26%	SUCCESS
4	75% LK : 25% FA	74% : 26%	FAILED
		70% : 30%	FAILED
		65% : 35%	SUCCESS
5	25% LK : 75% FA	74% : 26%	SUCCESS

Lampiran 3

Hasil Pengujian Fly Ash Paiton dengan Analisa *XRF*

XRF merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sample dengan menggunakan metode spektrometri. Pengetesan *XRF* dilakukan di PT. Semen Indonesia, Gresik didapat hasil sebagai berikut :

Tabel Hasil Uji Komposisi Fly Ash Paiton	
<i>Fly Ash</i> Tipe F (Paiton)	
Jenis Senyawa	Kadar (%)
SiO_2	47.1
Fe_2O_3	16.07
Al_2O_3	24.25
CaO	5.83
MgO	2.62
Na_2O	0.65
K_2O	1.64
MnO	0.1
ZnO	0.29
TiO_2	1.16
SO_3	0.21
P_2O_5	0.18

Sumber : Hasil Analisa Fly Ash

Hasil analisa uji komposisi senyawa kimia *fly ash* Si + Al + Fe > 70%. CaO < 10% termasuk tipe F.

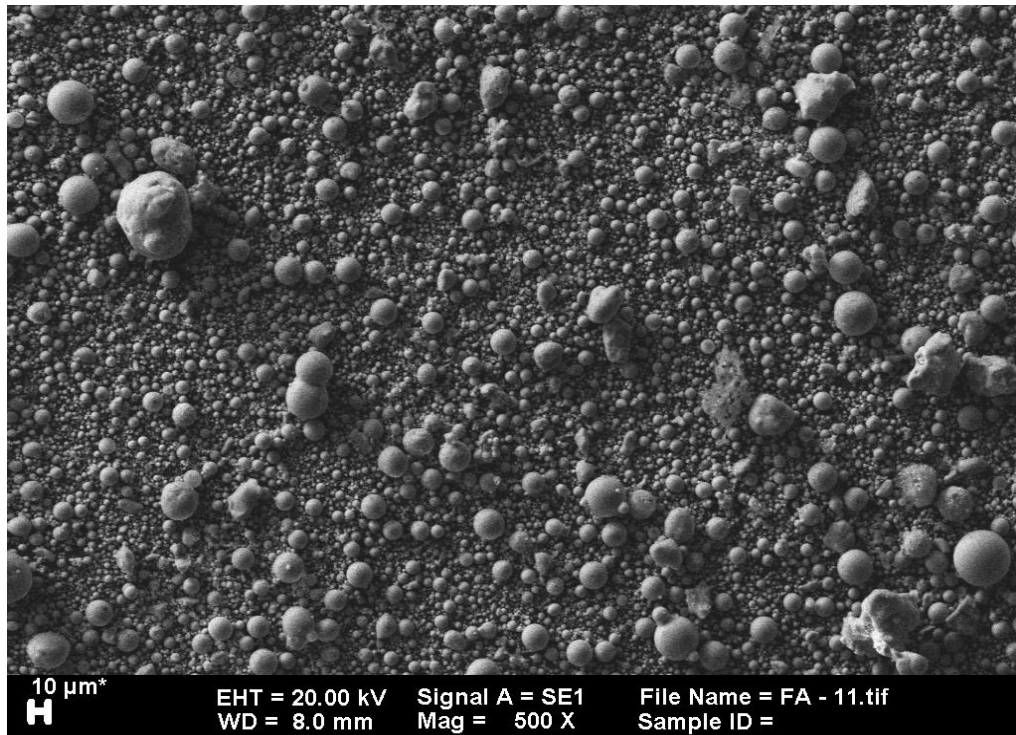
Tabel Hasil Uji Komposisi Limbah Karbit	
Limbah Karbit (PT. Z)	
Jenis Senyawa	Kadar (%)
SiO_2	3.91
Fe_2O_3	0.87
Al_2O_3	2.01
CaO	91.48
MgO	0.23
Na_2O	0.72
K_2O	0.07
MnO	0.02
ZnO	0.01
TiO_2	0.14
SO_3	0.27
P_2O_5	0.01

Sumber : Hasil Analisa Limbah Karbit

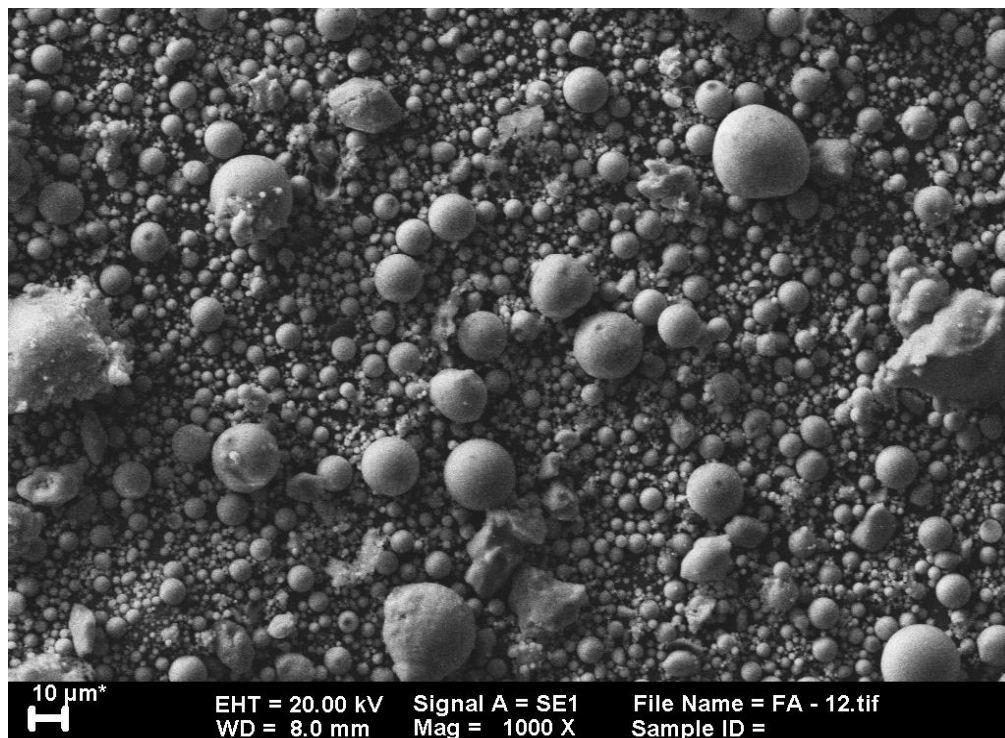
Lampiran 4

Hasil Uji Kandungan Scanning Electron Microscopy (SEM) Fly Ash Paiton

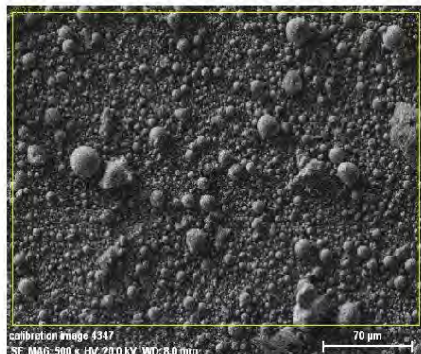
- Visualisasi mikrostruktur partikel fly ash Paiton dengan perbesaran 500 kali dengan skala 10 μ m



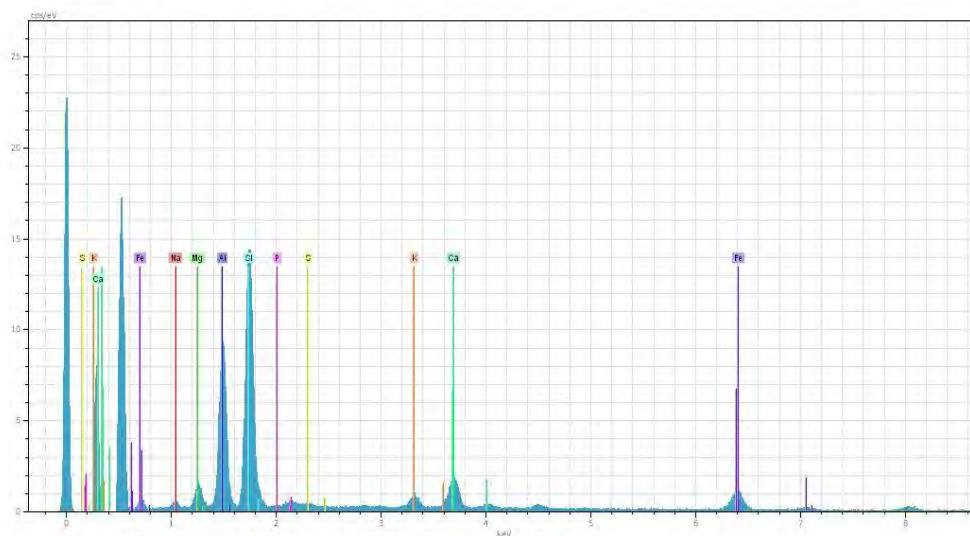
- Visualisasi mikrostruktur partikel fly ash Paiton dengan perbesaran 1000 kali dengan skala 10 μ m



Fly Ash



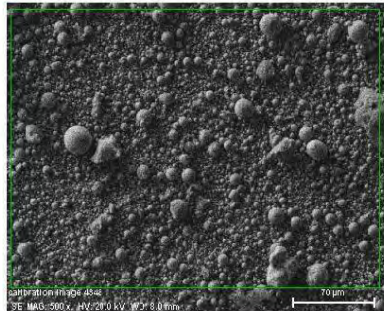
calibration image 4347 Date:11/24/2016
10:48:40 AM Image size:512 x
384 Mag:499.99997x HV:20.0kV



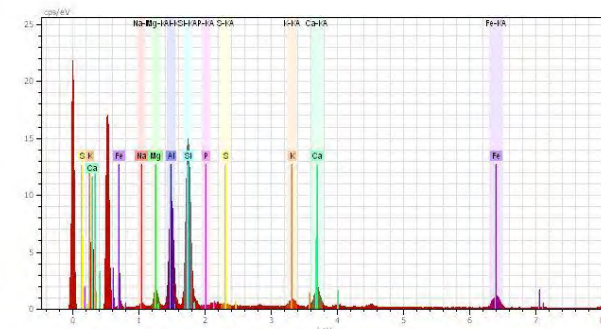
3 27 Date:11/24/2016 10:48:56 AM HV:20.0kV Puls th.:6.40kcps

El	AN	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Si	14	K-series	18.36	41.01	45.80	0.8
Al	13	K-series	10.63	23.75	27.61	0.5
Fe	26	K-series	6.86	15.32	8.61	0.2
Ca	20	K-series	4.62	10.33	8.08	0.2
K	19	K-series	1.42	3.17	2.54	0.1
Mg	12	K-series	1.20	2.69	3.47	0.1
P	15	K-series	0.90	2.00	2.02	0.1
S	16	K-series	0.58	1.30	1.27	0.1
Na	11	K-series	0.19	0.43	0.58	0.0
Total:			44.78	100.00	100.00	

Fly Ash

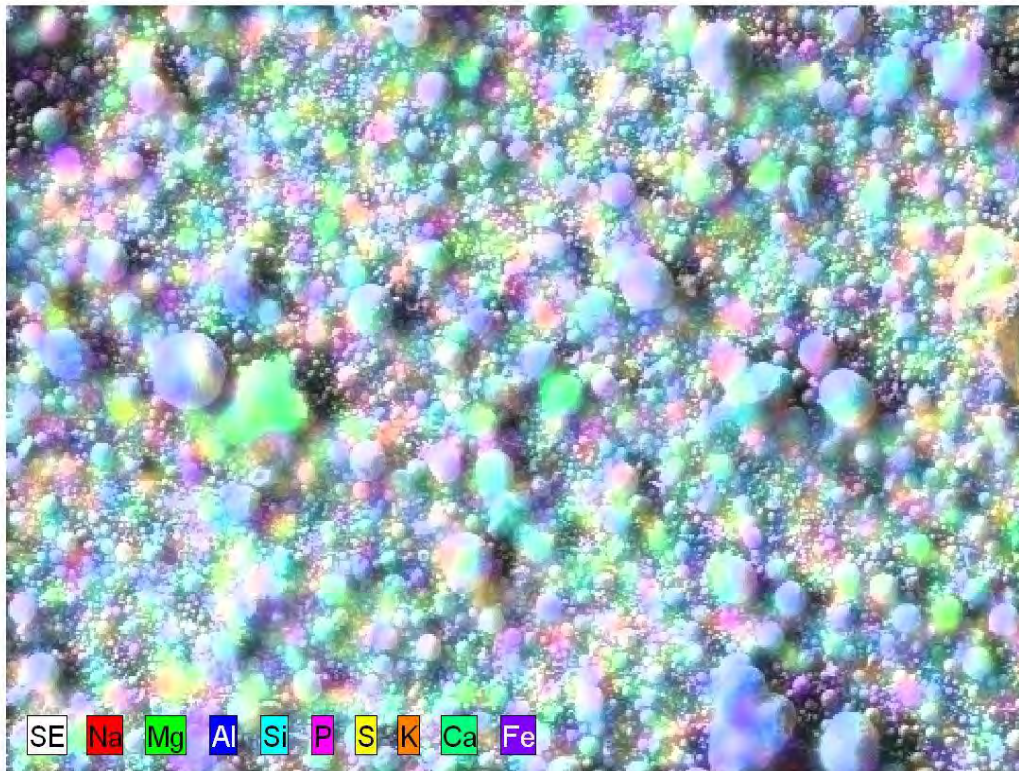


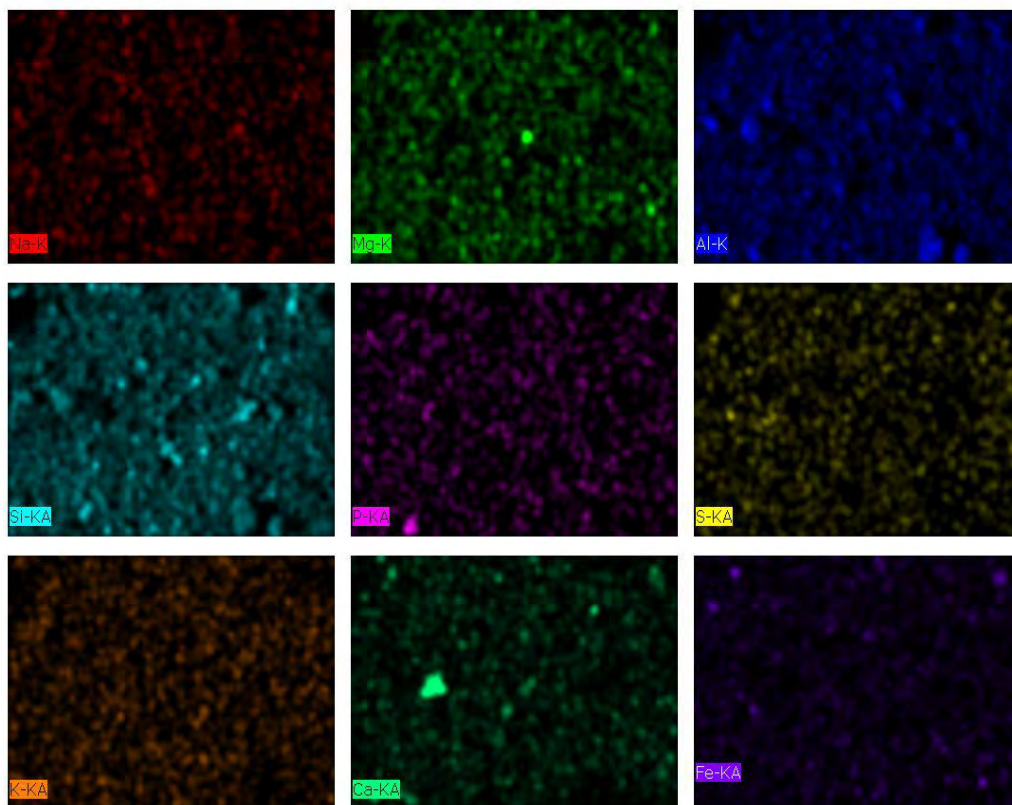
calibration image 4348 Date: 11/24/2016 10:48:40 AM
Image size: 512 x 384
Mag: 499.99997x HV: 20.0kV



Map Date: 11/24/2016 10:49:54 AM HV: 20.0kV
Puls th.: 5.89kcps

calibration image 21 3381 Date: 11/24/2016 10:49:55 AM
Image size: 498 x 346
Mag: 499.99997x HV: 20.0kV



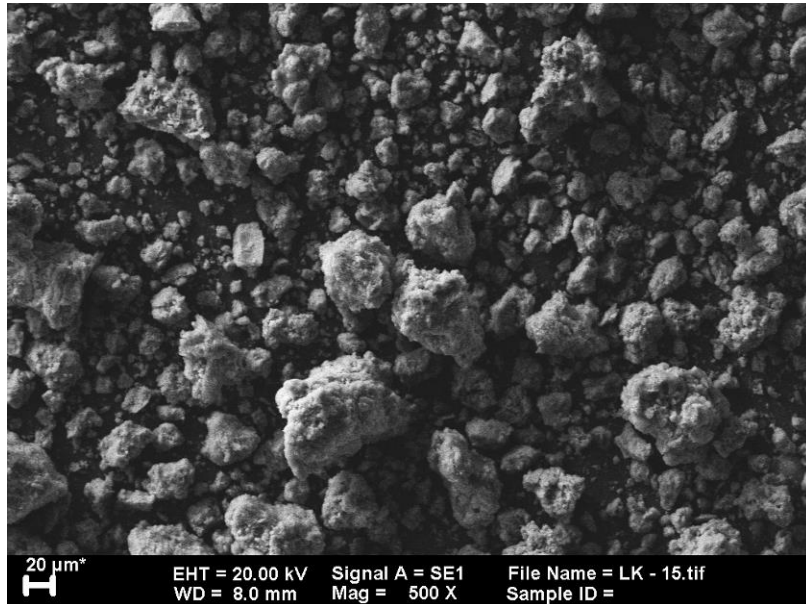


Na-K, Mg-K, Al-K, Si-KA, P-KA, S-KA, K-KA, Ca-KA, Fe-KA Date: 11/24/2016 10:50:32 AM
Image size: 498 x 346
Mag: 499.99997x
HV: 20.0kV

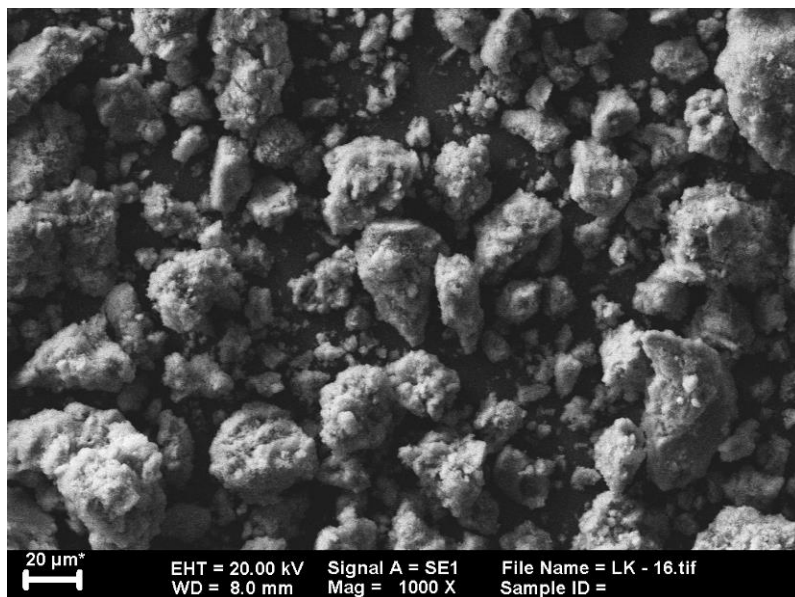
Lampiran 5

Hasil Uji Kandungan Scanning Electron Microscopy (SEM) Limbah Karbit PT. Z

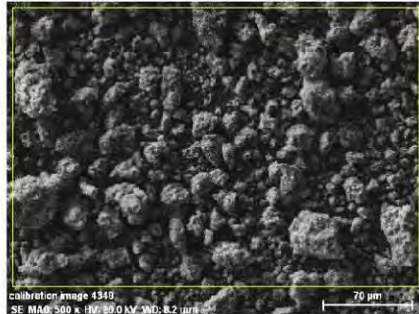
- Visualisasi mikrostruktur partikel sandblast dengan perbesaran 500 kali dengan skala 20 μ m



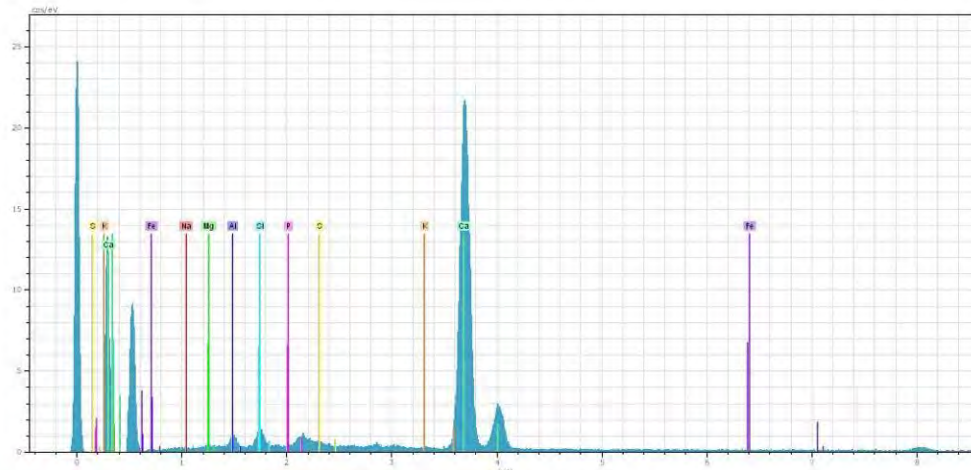
- Visualisasi mikrostruktur partikel sandblast dengan perbesaran 1000 kali dengan skala 20 μ m



Limbah Karbit



calibration image 4348 Date:11/24/2016
10:55:16 AM Image size:512 x
384 Mag:499.99997x HV:20.0kV



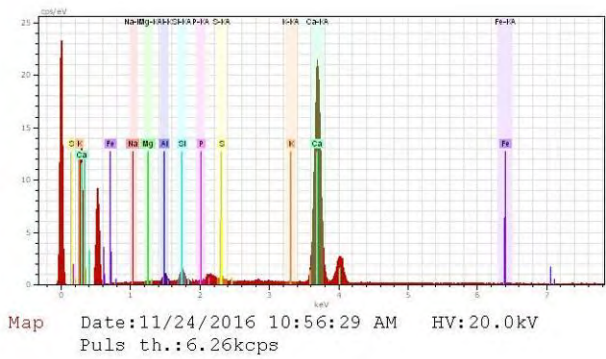
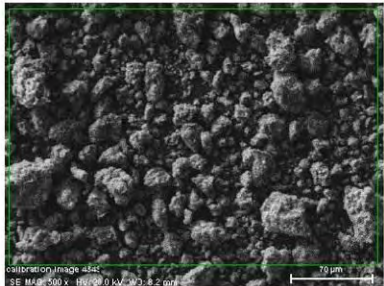
3 27 Date:11/24/2016 10:55:39 AM HV:20.0kV Puls th.:6.85kcps

El AN Series un. C norm. C Atom. C Error
[wt.%) [wt.%) [at.%) [%]

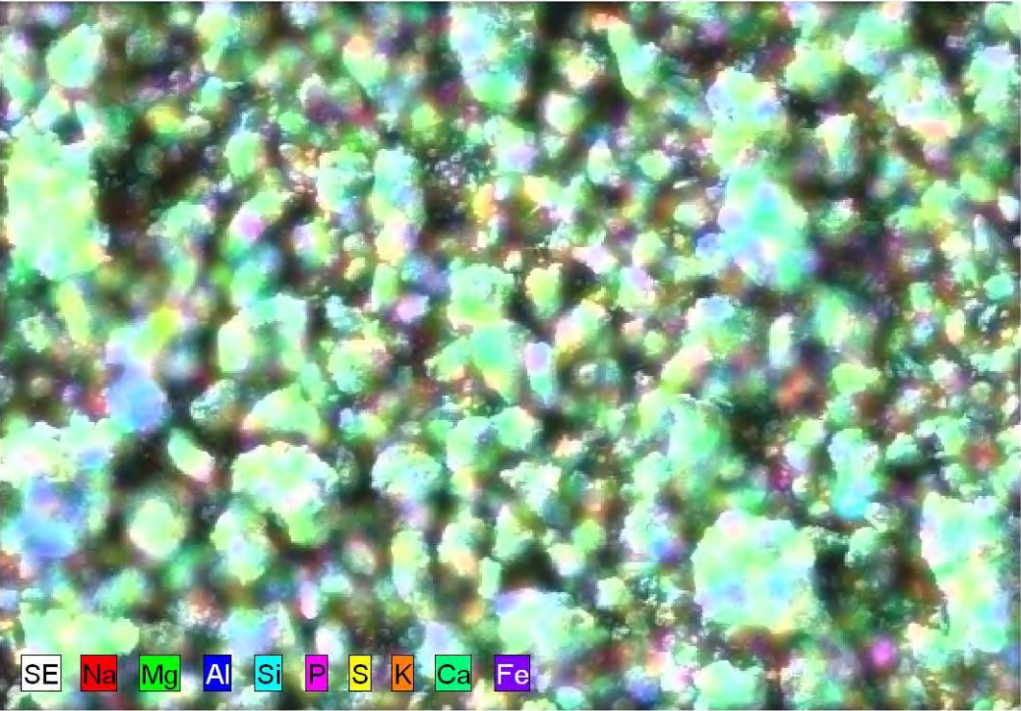
Ca 20 K-series	55.18	93.57	91.90	1.6
Si 14 K-series	1.02	1.73	2.43	0.1
P 15 K-series	0.90	1.53	1.95	0.1
Al 13 K-series	0.66	1.13	1.64	0.1
Fe 26 K-series	0.56	0.95	0.67	0.1
S 16 K-series	0.53	0.90	1.10	0.1
Na 11 K-series	0.08	0.13	0.22	0.0
Mg 12 K-series	0.02	0.04	0.06	0.0
K 19 K-series	0.02	0.03	0.03	0.0

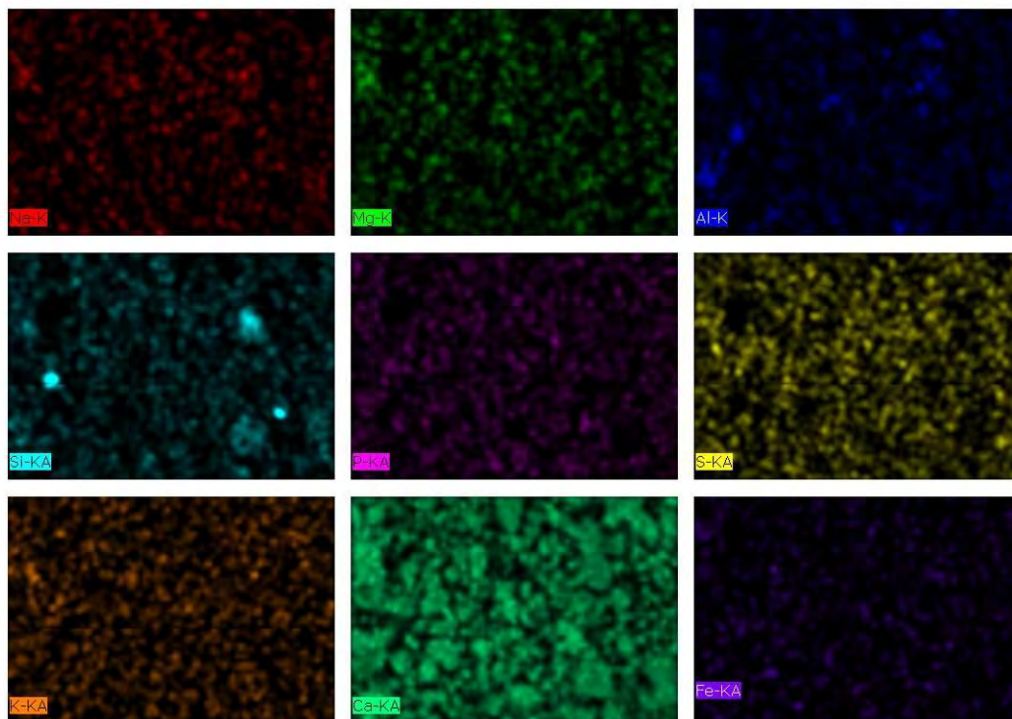
Total: 58.97 100.00 100.00

Limbah Karbit



calibration image 21 3382 Date: 11/24/2016 10:56:29 AM Image size: 498 x 346 Mag: 499.99997x HV: 20.0kV




















Na-K, Mg-K, Al-K, Si-KA, P-KA, S-KA, K-KA, Ca-KA, Fe-KA Date: 11/24/2016 10:57:13 AM
 Image size: 498 x 346
 Mag: 499.99997x
 HV: 20.0kV

Lampiran 6



Dokumentasi Penelitian.


No	Gambar	Gambar	Gambar
1			
Keterangan	Timbangan	Fly ash	Limbah Karbit
No	Gambar	Gambar	Gambar
2			
Keterangan	Tabung ukur	Pembuatan NaOH	NaOH
No	Gambar	Gambar	Gambar
3			
Keterangan	Na_2SiO_3	Mixer pengaduk	Cetakan binder


No	Gambar	Gambar	Gambar
4			
Keterangan	Alat vicat	Binder geopolimer	Alat uji porositas
No	Gambar	Gambar	Gambar
5			
Keterangan	Perendaman dalam air	Penimbangan kering	Penimbangan dalam air
No	Gambar	Gambar	Gambar
6			
Keterangan	Oven	Hasil oven binder	Alat uji kuat tekan
No	Gambar	Gambar	Gambar
7			
Keterangan	Curing	Cetakan kubus	Benda uji kubus




No	Gambar	Gambar	Gambar
8			
Keterangan	Alat uji kepadatan UPV	Stempet	Alat permeabilitas



LOG BOOK PENELITIAN TUGAS AKHIR
PENELITIAN BINDER GEOPOLIMER DENGAN 6 BAHAN DASAR BERBEDA
(BOTTOM ASH, SANDBLAST, KARBIT, KERANG, AMPAS TEBU DAN SEKAM PADI)
DAN FLY ASH SEBAGAI PEMBANDING DAN SENYAWA KIMIA Na_2SiO_3 SERTA NaOH MOLARITAS 8 M & 12 M SEBAGAI
AKTIVATOR


Hari dan Tanggal	Kegiatan	Anggota	Tempat	Waktu	Kendala dan Solusi	Dokumentasi
Rabu, 04-May-16	Survey cangkang kerang ke pantai Kenjeran	Freizna	Pantai Kenjeran	13.30-15.00	Kendala : Kerang bulu sedang tidak musim Solusi : Mencari industri rumahan atau pabrik yang menggunakan cangkang kerang bulu	
Jum'at, 03-Jun-	1. Survey furnace di MAMET	Freizna, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00	Kendala : Tidak bisa	





16	2. Survey furnance ke ARIO pembakaran mayat		Surabaya		furnance selain mayat Solusi : Survey ke tempat lain yang ada furnancenya	
Rabu, 08-Jun-16	Pesan cangkang kerang ke industri rumahan di sekitar pantai kenjeran	Freizna	Kenjeran	15.00	Kendala : - Solusi : -	
Senin, 13-Jun-16	1. Survey ke kenjeran (furnance)	Freizna, Aprilia	Kenjeran	10.00 – 15.00	Kendala : Tidak menemukan cangkang kerang dan untuk furnance tidak dapat perijinan Solusi : Mencari info penjualan	
	2. Survey ke simokerto surabaya (furnance)	Alvi, Paramita	Simokerto			




					cangkang kerang lewat internet	
Selasa, 14-Jun-16	Survey harga bahan kimia NaOH, Na ₂ SiO ₃ & Aquades	Freizna, Alvi, Nandia	Jasarendra, Pucang	10.00 – 13.00	Kendala : - Solusi : -	
Rabu, 15-Jun-16	Pengambilan cangkang kerang dan drop ke kampus	Freizna, Aprilia, Paramita, Alvi	Kenjeran Kampus ITS Manyar	11.00 – 13.00	Kendala : - Solusi : -	
Kamis, 16-Jun-16	Asistensi dengan bu Yani mengenai SEM, XRD dan XRF	Paramita	Kampus ITS Sukolilo	13.00 – 14.00	Kendala : - Solusi : -	




Jum'at, 17-Jun-16	1. Survey ke pembuatan batu bata mojosari (furnance)	Freizna, Alvi	Mojosari-mojokerto	08.00 – 19.00	Kendala : Tidak mendapatkan ijin dari tjiwi kimia dan tidak dapat menggunakan furnance batu bata karena tidak bisa mengukur suhu Solusi : -	
	2. Survey ke tjiwi kimia (furnance)					
Senin, 20-Jun-16	Survey furnance di LAB. Energi ITS	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	
Kamis,	1. Asistensi dengan bu Sri Subekti	Nandia,	Kampus ITS	10.00 – 15.00	Kendala :	




14-Jul-16	2. Cek alat dan cetakan binder	Paramita	Manyar		Cetakan banyak yang rusak sehingga membutuhkan cetakan baru	
	3. Mengurus administrasi (surat menyurat)					
Senin, 18-Jul-16	Penjemuran sekam padi	Ilmi	Situbondo	09.00 – 14.00	Kendala : - Solusi : -	
Rabu, 20-Jul-16	Survey untuk membaca senyawa pada bahan uji	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 15.00		
Kamis, 21-Jul-16	Mengurus administrasi (surat menyurat)	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	10.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	
	Survey alat cetakan binder		Ngagel			
Senin,	Mengantarkan surat perijinan abu ampas tebu	Alvi, Nandia	JMP -	09.00 – 16.00	Kendala : -	




25-Jul-16			Tulangan		Solusi : -	
	Survey NaOH, Na ₂ SiO ₃	Ilmi, Freizna	Pucang			
	Survey cetakan silinder binder resin	Paramita, Aprilia	Embong Malang			
Selasa, 26-Jul-16	Mengantarkan surat perijinan abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Tulangan	09.00 – 15.00	Kendala : Pebrik/ perusahaan tidak menerima jasa furnance Solusi : Mencari tempat furnace lain	
	Mengurus surat perijinan praktikum	Paramita, Aprilia	kampus ITS Manyar			
	Survey ke Osowilangun / Gresik (furnace)	Ilmi, Freizna	Oso / Gresik			
Rabu, 27-Jul-16	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pembelian Na ₂ SiO ₃	Ilmi, Freizna	Pucang			
	Pengetesan senyawa pada abu ampas tebu	Alvi, Paramita	Kampus ITS Sukolilo			
	Mengurus perijinan karbit	Nandia, Aprilia	Sidoarjo			






Senin, 01- Agust-16	Perijinan pengambilan abu ampas tebu	Alvi, Paramita	Tulangan	09.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	
	Beli cetakan binder geopolimer ukuran 20 x 40 mm	Freizna, Aprilia	Embong Malang			
	Mengurus akomodasi pengambilan karbit	Nandia	Sidoarjo			
	Survey furnace	Ilmi	Situbondo			
Selasa, 02- Agust-16	Pelarutan NaOH 12 M	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Membuat schedule laboratorium					
	Membuat anggaran dana					
	Pengambilan karbit	Nandia	Sidoarjo			
Rabu, 03- Agust-16	Praktikum silinder geopolimer (sanblast) umur 56 hari	Paramita, Aprilia, Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Sandblasting geopolimer selama 3minggu tidak keras di	
	Survey Furnance	Ilmi, Freizna	Balongbendo- Krian			




					dalam cetakan.	
					Solusi : Sandblasting dikombinasi dengan fly ash	
Kamis, 04- Agust-16	Pengambilan Bahan Fly Ash & Bottom Ash – perijinan surat-surat ke PJB	full team	Probolinggo	09.00 – 22.00	Kendala : Volume fly ash dan bottom ash yang bisa di ambil terbatas. Solusi : -	 
Jum'at, 05- Agust-16	Praktikum silinder geopolimer (karbit 12 M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Pada komposisi 74:26 pasta tidak menyatu	


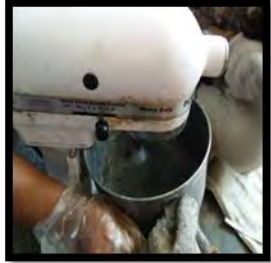


					Solusi : Menurunkan komposisi	
Sabtu, 06- Agust-16	Pengambilan dan drop abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Tulangan - Kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	 
Senin, 08- Agust-16	Praktikum silinder geopolimer (fly ash dan sandblasting) umur 56 hari	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Sandblast yang dihasilkan cair dan tidak padat Solusi : Treatment oven	

					dan di kombinasi dengan fly ash.	
	Membuat administrasi penggunaan Mesin Los Angeles	Freizna	kampus ITS Manyar	10.00 – 14.00	Kendala : - Solusi : -	-
Selasa, 09- Agust-16	Pelarutan NaOH 12 M	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	 
	Pengayakan abu ampas tebu	Alvi, Nandia, ilmi				
Rabu,	Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu)	Alvi, Nandia,	kampus ITS	09.00 – 17.00	Kendala :	




10- Agust-16	umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5 dan 1,5	ilmi, Freizna	Manyar		<p>Pada saat pengemixan perbandingan 72: 28 pasta tidak menyatu</p> <p>Solusi :</p> <p>Menurunkan perbandingan yang digunakan.</p>	
	Drop Sekam Padi					
	Penghancuran Cangkang Kerang					
Kamis, 11- Agust-16	Pengambilan hasil uji senyawa abu ampas tebu	Alvi, Nandia	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	<p>Kendala :</p> <p>Saat penghancuran kerang harus sedikit2 karena kapasitas alat tidak memadai.</p> <p>Solusi : -</p>	
	Penghancuran Cangkang Kerang	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar			
Jum'at, 12-	Furnace sekam padi	Ilmi, Alvi	Metarulgi Kampus ITS	09.00 – 16.00	Kendala : -	





Agust-16			Sukolilo			
	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Alvi, Nandia, ilmi, Freizna	kampus ITS Manyar		Solusi : -	
	Penghancuran Cangkang Kerang					
Selasa, 16- Agust-16	Pengambilan Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Ilmi, Alvi, Nandia	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo	10.00 – 14.00	Kendala : - Solusi : -	
Rabu, 17- Agust-16	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
Kamis, 18- Agust-16	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Pada saat pengemixan perbandingan 74: 26 pasta tidak menyatu Solusi :	
	Pengetesan XRD Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Ilmi, Alvi	Lab. Energi ITS - Metarulgi Kampus ITS Sukolilo			
	Drop sekam padi dan cangkang kerang ke Pabrik arang	Krian				





	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna, Nandia, Aprilia	kampus ITS Manyar		Menurunkan perbandingan yang digunakan.	
Senin, 22- Agust-16	Pengovenan variabel Bottom Ash dan Sandblasting	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (Fly Ash 8 M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Setting time geopolimer (Fly Ash 12 M) perbandingan molar 0,5					
Selasa, 23- Agust-16	Asistensi bertemu dengan anak ITATS	Paramita, Freizna, Alvi, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 11.00	Kendala : - Solusi : -	
Rabu, 24- Agust-16	Pengujian Setting time geopolimer (Bottom Ash dan Sandblasting) perbandingan molar 0,5	Paramita, Freizna, Aprilia, Lili, Ratna, Jefri	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Pengaduk mixer patah Solusi : Memperbaiki dengan mengelas.	
	Pengambilan Test XRD Abu sekam padi 400 °C, 700 °C dan 1000 °C	Alvi, Nandia	Metarulgi Kampus ITS Sukolilo			



Kamis, 25- Agust-16	Pengujian Setting time geopolimer (Limbah Karbit dan Abu Ampas Tebu) perbandingan molar 0,5	Paramita, Alvi, Nandia,Freiz na, Aprilia, Ratna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
Kamis, 08-Sep- 16	Praktikum silinder geopolimer (karbit dan abu ampas tebu) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
Jum'at, 09-Sep- 16	Asistensi	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
Selasa, 13-Sep- 16	Praktikum silinder geopolimer (bottom ash dan sandblasting) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 Pengujian Setting Time geopolimer (bottom ash dan sandblasting)					
Kamis, 15-Sep-	Pengujian Setting Time geopolimer (fly ash 12 M dan 8 M)	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -	




16	Buat penutup kubus				Solusi : -	
Senin, 19-Sep-16	Praktikum silinder (fly ash 8M) umur 56 hari perbandingan aktivator 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	
Rabu, 21-Sep-16	Asistensi ke Pak sigit	Alvi	kampus ITS Manyar	09.00 – 10.00		
Jum'at, 24-Sep-16	Furnance sekam padi dan cangkang kerang	Ilmi , Freizna	Krian	09.00 – 14.00	Kendala : Pengambilan menggunakan motor sehingga sedikit yang dibawa Solusi : -	




<p>Senin, 26-Sep- 16</p>	<p>Praktikum silinder geopolimer (serbuk kerang dan abu sekam padi) umur 56 hari perbandingan molar 1,5</p>	<p>full team</p>	<p>kampus ITS Manyar</p>	<p>09.00 – 16.00</p>	<p>Kendala :</p> <p>Gagal untuk benda uji abu sekam padi 100% dengan perbandingan 74:26</p> <p>Solusi :</p> <p>Menurunkan perbandingannya</p>	 
<p>Selasa, 27-Sep- 16</p>	<p>Pengambilan serbuk kerang dan abu sekam padi ke krian</p>	<p>Ilmi, Freizna</p>	<p>Krian</p>	<p>09.00 – 14.00</p>	<p>Kendala : -</p> <p>Solusi : -</p>	
	<p>Praktikum silinder (serbuk kerang 8M dan abu sekam padi 12M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5</p>	<p>Ilmi, Freizna</p>	<p>kampus ITS Manyar</p>	<p>14.00 – 16.00</p>	<p>Kendala : -</p> <p>Solusi : -</p>	


Rabu, 28-Sep- 16	Praktikum silinder dan uji setting time (serbuk kerang 8M) umur 56 hari perbandingan aktivator 1,5	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 14.00	Kendala : - Solusi : -	
Kamis, 29-Sep- 16	Praktikum kubus geopolimer (fly ash 12 M k-1) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang) 1,5					
Senin, 03-Okt- 16	Praktikum kubus geopolimer (fly ash 12 M k-2 dan k-3) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Paramita,Alvi , Nandia, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (karbit dan abu ampas tebu) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
Selasa, 04-Okt- 16	Praktikum silinder geopolimer (sandblast 12Mdan serbuk kerang 8M) umur 28 hari perbandingan aktivator 1,5	Paramita, Alvi, Nandia, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (bottom ash) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
	Pelarutan NaOH 12 M dan 8 M					
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang 8M) perbandingan aktivator 0,5					



Rabu, 05-Okt- 16	Praktikum silinder geopolimer dan setting time (abu sekam padi) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 45:55 1,5 50:50	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
Kamis, 06-Okt- 16	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 Karbit 74:26	Alvi, Nandia, Ilmi, Freizna, Aprilia	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 80 FA:20 AAT 72 : 28					
	Pengujian Setting Time geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) - di campur FA					
Jum'at, 07-Okt- 16	Praktikum kubus geopolimer (Sandblasting) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pelarutan NaOH 12M					
	Praktikum silinder geopolimer (karbit) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 Karbit 74:26					
	Praktikum silinder geopolimer (abu ampas tebu) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 AAT 65:35					
Senin,	Praktikum kubus geopolimer (FA 8 M) umur 56 hari	Aprilia, Alvi,	kampus ITS	09.00 – 16.00	Kendala : -	





10-Okt-16	perbandingan molar 1,5	Nandia, Ilmi, Freizna	Manyar		Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (Abu sekam Padi) umur 56 hari perbandingan molar 0,5 50 FA:50 ASP					
	Praktikum silinder geopolimer (Abu Ampas Tebu) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 AAT 65:35 - 80 FA:20 AAT 72:28					
Selasa, 11-Okt-16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ses. 1	Paramita, Alvi, Nandia, Ilmi, Freizna, Rama, Rahmat	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (Karbit 100%) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer (Abu Ampas Tebu 100%) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Setting Time geopolimer (serbuk kerang) 50 FA:50 SK					
	Praktikum silinder geopolimer (Serbuk Kerang 8M) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5 50 FA:50 SK					
Rabu, 12-Okt-16	Buka Cetakan Kubus (Karbit dan Abu Ampas Tebu)	full team	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (Bottom Ash) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 BA					
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan					




	Abu Ampas Tebu) dan surat izin pengujian Kuat Tekan ses. 2							
	Pelarutan NaOH 8M							
	Pengujian Setting Time geopolimer (Bottom Ash) 50 FA:50 BA							
	Praktikum silinder geopolimer (Abu sekam Padi) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 50 FA:50 ASP							
Kamis, 13-Okt- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) dan Perijinan pengujian Kuat Tekan ke S1 Sipil ses. 3	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Uji BET sudah penuh buat tahun 2016, di suruh survey ke lab. UNESA			
	Survey Pengujian BET dan SEM-EDX ke Lab. Robotika ITS		Kampus ITS Sukolilo					
	Pembelian Na2SiO3 20 kg	Paramita, Aprilia	Pucang					
	Praktikum kubus geopolimer (50 FA : 50 SK) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Friezna, Ilmi, Chadaffi, Ricko	Kampus ITS Manyar					
	Praktikum kubus geopolimer (50 FA : 50 ASP) umur 56 hari perbandingan molar 1,5							




Jum'at, 14-Okt- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ses. 4	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Perijinan pengujian Kuat Tekan silinder geopolimer (Karbit dan Abu Ampas Tebu) ke S1 Sipil	Alvi, Nandia, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
Senin, 17-Okt- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 1	Paramita, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (FA 8 M dan FA 12 M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (Karbit 100%) umur 56 hari perbandingan molar 1,5	Alvi, Nandia, Kurniadi, Anwar				
	Praktikum kubus geopolimer (Abu Ampas Tebu 100%) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
Selasa, 18-Okt- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 2	Paramita, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Perijinan Kuat Tekan ke S1 sipil 155ank e lab. Fisika kimia ITS		Kampus ITS Sukolilo			
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA : 50% LK) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Alvi, Nandia, Kurniadi, Anwar	Kampus ITS Manyar			
	Praktikum kubus geopolimer (50%FA + 50% FA					



	dan 80% FA + 20% AAT) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
Rabu, 19-Okt- 16	Buka Cetakan Kubus (Karbit dan Abu Ampas Tebu)	Paramita, Apr ilia, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi, Ricko	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Kubus (50% FA + 50% BA) terlalu encer. Solusi : Mengecek ulang perbandingan yang digunakan.	
	Praktikum kubus geopolimer (100% ASP) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
	Numbuk dan Ngayak Serbuk Kerang, Bottom Ash dan Sandblast					
	Pelarutan NaOH 8M dan 12M					
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 3					
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [55/45]					
Kamis, 20-Okt- 16	Praktikum kubus geopolimer (50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [74/26]	Paramita, Apr ilia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna, Chadaffi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA : 50% BA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5 [74/26] dan (80% SB : 20% FA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					


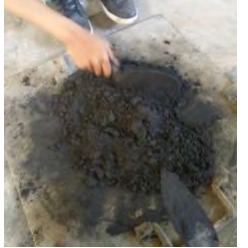

	Pengujian Setting Time geopolimer (Sandblast) 80SB : 20FA					
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 56 hari dan Fly Ash 0,5 8M;12M 56 hari) ses. 4					
Sabtu, 22-Okt-16	Pengambilan dan Pembakaran Cangkang kerang dan sekam padi	Ilmi, Freizna	Krian	09.00 – 14.00	Kendala : - Solusi : -	
PSenin, 24-Okt-16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 1	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pesan NaOH dan Na2SiO3					
	Perijinan Kuat Tekan ke S1 sipil					
	Pelarutan NaOH 8M	Nandia, Alvi, Kurniadi, Anwar, Ramadhan	Kampus ITS Manyar			
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA : 50% LK) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (50%FA + 50% FA dan 80% FA + 20% AAT) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					



Selasa, 25-Okt- 16	Pengujian Kuat Tekan ke lab. Struktur S1 sipil (Fly Ash 0,5 8M, 12 M; 56 hari , Bottom Ash, Limbah Karbit dan Abu Ampas Tebu)	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi, Chadaffi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	 
	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 2					
	Praktikum kubus geopolimer (100% SK) umur 56 hari perbandingan aktivator 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (Abu Sekam Padi) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
Rabu, 26-Okt- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 1,5 28 hari) ses. 3	Paramita, Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (80% SB + 20% FA) umur 56 hari perbandingan molar 1,5					
Kamis, 27-Okt- 16	Praktikum kubus geopolimer (100% Bottom Ash) umur 56 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Ilmi, Freizna, Nandia, Alvi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pembelian Na ₂ SiO ₃ 20 kg					
	Pelarutan NaOH 12M					
	Pengujian Setting Time geopolimer (Abu Sekam Padi)					
	Praktikum silinder geopolimer (Fly Ash 8M dan					



	12M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5						
	Praktikum kubus geopolimer (100% Fly Ash 8M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5						
	Praktikum kubus geopolimer (100% Fly Ash 12M) umur 56 hari perbandingan molar 0,5						
Jum'at, 28-Okt- 16	Buka Cetakan Kubus (FA dan Bottom Ash) dan Silinder (FA)	Nandia, Alvi, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -		
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA + 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5						
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA + 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5						
	Praktikum kubus geopolimer (80% FA + 20% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5						
	Pelarutan NaOH 8M dan 12M						
Sabtu, 29-Okt- 16	Buka Cetakan Kubus (50% FA + 50% LK), (50% FA + 50% AAT) dan (80% FA + 20% AAT)	Nandia, Alvi, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -		
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA + 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 1,5						
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA + 50%						




	AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (80% FA + 20% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Pelarutan NaOH 12M					
Senin, 31-Okt- 16	Praktikum silinder geopolimer (100% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5	Paramita,Aprilia, Ilmi, Alvi, Nandia, Freizna, Kurniadi, Anwar	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	 
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (80% FA+ 20% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pelarutan NaOH 12M					
	Praktikum kubus geopolimer (FA 12M) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (100% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer (100% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
Selasa, 01-Nop- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.1	Paramita,Aprilia, Ilmi, Alvi, Nandia,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -	





	Praktikum Kubus geopolimer (50% FA+ 50% BA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Freizna,			Solusi : -	
	Praktikum Kubus geopolimer (100% BA) umur 56 hari perbandingan molar 0,5					
Rabu, 02-Nop- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.2	Paramita, Aprilia, Ilmi, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pembelian Na ₂ SiO ₃ 20 kg					
	Pelarutan NaOH 12M					
	Praktikum kubus geopolimer (100% SK) umur 28 hari perbandingan aktivator 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer (100% ASP) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
Kamis, 03-Nop- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 dan 0,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.1	Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pengujian Kuat Tekan (sandblasting, BA dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting, BA	Aprilia, Paramita, Freizna	Kampus ITS Sukolilo			




	dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.1					
	Praktikum kubus geopolimer (100% LK) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi	kampus ITS Manyar			
	Praktikum kubus geopolimer (100% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% AAT) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
Jum'at, 04-Nop- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 28 hari perbandingan molar 1,5 - ses.3 dan Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.2	Freizna, Aprilia, Kurniadi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (80% SB + 20% FA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5					
	Pelarutan NaOH 12M					
Senin, 07-Nop- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (sandblasting dan serbuk kerang) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 - ses.3	Paramita, Aprilia, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -	




	Praktikum kubus geopolimer (100% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5	Nandia, Alvi, Kurniadi, Anwar			Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (100% LK) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (100% AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum Silinder geopolimer (100% Bottom Ash) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
Selasa, 08-Nop- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 1	Paramita, Aprilia, Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum Silinder geopolimer (50% BA+ 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
Rabu, 09-Nop- 16	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom Ash 0,5 28 hari) ses. 2	Paramita, Apr ilia, Alvi, Nandia, Freizna,	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (100% BA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum kubus geopolimer (50% SB + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
Kamis,	Pengujian Porositas silinder geopolimer (Bottom	full team	kampus ITS	09.00 – 16.00	Kendala : -	




10-Nop-16	Ash 0,5 28 hari) ses. 3		Manyar		Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (100% FA 8 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (100% FA 12 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% FA 8 M dan 12 M) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA : 50% SK 8 M) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
Jum'at, 11-Nop-16	Praktikum silinder geopolimer (50 ASP + 50 FA) Umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi, Ilmi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Buka Cetakan 9kubus FA					




Senin, 14-Nop- 16	Praktikum kubus geopolimer (50%ASP + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Nandia, Alvi, Freizna, Ilmi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (80% FA+ 20%AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pengujian Setting time FA 8M 1,5 dan 12M 0,5					
	Pengujian Kuat tekan (Bottom ash 3hari) 0,5 dan 1,5	Paramita, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
Selasa, 15-Nop- 16	Praktikum kubus geopolimer (50% SK + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Freizna, Paramita	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pengujian Kuat Tekan (Bottom ash 3hari) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari)	Alvi, Nandia, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo			
	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.1	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar			
Rabu, 16-Nop- 16	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.2	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Uji BET sudah penuh buat tahun 2016, di suruh	
	Praktikum kubus geopolimer (50% BA + 50% FA)	Paramita,	Kampus ITS			



	umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Freizna	Manyar		survey ke lab. UGM.	
	Survey BET di LAB. MIPA TERPADU UNESA	Alvi, Nandia	Kampus UNESA Ketintang			
Kamis, 17-Nop-16	Pengujian Porositas (Bottom ash 3hari) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari) ses.3	Alvi, Nandia, Ilmi	kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	 
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% ASP) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% ASP) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (50% AAT + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum kubus geopolimer (20% AAT + 80% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
Jum'at, 18-Nop-16	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100% LK dan 50% LK+50%FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	Kendala : Calibrasi alat permeabilitas	





	Pengujian Kuat Tekan (Bottom ash 3hari) 0,5 dan 1,5 dan (FA 8M DAN 12M 1,5 - 56 hari, 28 hari, 3hari)		Kampus ITS Sukolilo		tidak sesuai/minus sehingga pengujian molor. Solusi : Di coba hari selanjutnya.	
Senin, 21-Nop-16	Pengujian SEM-EDX abu ampas tebu, bottom ash dan sandblasting	Paramita, Freizna, Aprilia, Alvi, Nandia	Gedung Robotika, ITS Sukolilo	10.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SB) umur 56 hari dan 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	full team	Kampus ITS Manyar			
Selasa, 22-Nop-16	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100% AAT, 50% AAT+50%FA dan 20% AAT+80%FA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi, Nandia	Kampus ITS Manyar	09.00 – 18.00	Kendala : Permeabilitas 100% abu tebu untuk umur 3hari gagal karena benda uji tersedot alat uji/tektur belum	
	Nimbang FA kubus (12 buah)					
	Praktikum kubus geopolimer (50% BA + 50% FA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Freizna, Aprilia,				
	Praktikum kubus geopolimer (100% ASP) umur 3					





	hari perbandingan molar 1,5				keras.	
	Praktikum silinder geopolimer (25% FA+ 75% SB) umur 56 hari dan 28 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5 Ilmi					
Rabu, 23-Nop- 16	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5), (SK 56hari 0,5 & 1,5) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5) ses.1	Paramita, Freizna, Aprilia, Ilmi, Alvi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (100% FA 8M & 12M) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (80% FA + 20%AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
Kamis, 24-Nop- 16	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5), (SK 56hari 0,5 & 1,5) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5) ses.2	Paramita, Ilmi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : Komposisi 100% abu sekam padi gagal dalam	





	Pengujian SEM-EDX Limbah karbit, abu sekam padi dan serbuk kerang		Kampus ITS Sukolilo Lab. Energi		uji porositas untuk semua umur. Solusi : -	
Jum'at, 25-Nop-16	Praktikum kubus geopolimer (100% FA 12M) umur 3 hari perbandingan molar 1,5	full team	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : - Solusi : -	 
	Praktikum kubus geopolimer (100% FA 8M & 12M) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (100% SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Pengujian Porositas (BA 28hari 0,5 & 1,5), (FA+SB 56hari 0,5 & 1,5), (SK 56hari 0,5 & 1,5) dan (ASP & FA+ASP 56hari, 28 hari & 3hari 1,5) ses.3	Paramita, freizna, aprilia				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (50% AAT+50%FA dan 20% AAT+80%FA) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Alvi, Nandia				
Senin, 28-Nop-16	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.1	Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -	




	Praktikum kubus geopolimer (100% BA) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Aprilia			Solusi : -	
Selasa, 29-Nop-16	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.2	Paramita	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	Kendala : -	 
	Praktikum kubus geopolimer (50%ASP + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Ilmi, Oncat			Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% LK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Nandia				
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Alvi				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (FA12M&FA8M, 50%AAT+50%FA , 50%LK+50%FA, 20%AAT+80%FA, dan 100%SK 0,5) umur 28 hari perbandingan molar 1,5	full team				
Rabu, 30-Nop-16	Pengujian Porositas (FA 12M 28hari & 3 hari, 0,5), (FA 8M 28hari & 3 hari, 0,5), dan (80%FA+20%AAT 3 hari, 0,5 & 1,5) ses.3	Alvi, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala :	
	Pengujian Permeabilitas dan UPV kubus geopolimer (100%SK) umur 28 hari perbandingan molar 0,5	Nandia, Ilmi, Freizna			Permeabilitas 100% abu sekam padi untuk umur 56, 28 dan 3hari gagal karena benda uji	
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer					




	(100%ASP) umur 56, 28, dan 3 hari perbandingan molar 1,5				tersedot alat uji. Solusi : -	
Kamis, 01-Des- 16	Pengujian kuat tekan (FA12M&FA8M, 50%AAT+50%FA , 50%LK+50%FA, 20%AAT+80%FA, dan 100%AAT 0,5) umur 56, 28, dan 3 hari perbandingan molar 0,5&1,5	Nandia, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	08.00 – 16.00	Kendala : -	
	Praktikum kubus geopolimer 100%FA 8M umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Freizna, Aprilia	Kampus ITS Manyar		Solusi : -	
Jum'at, 02-Des- 16	Praktikum kubus geopolimer 100%BA 12M umur 3 hari perbandingan molar 1,5	Paramita, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	Kendala : Permeabilitas 100% abu tebu untuk umur 28hari gagal karena benda uji tersedot alat uji/tektur belum keras. Solusi : -	
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Aprilia				
	Pengujian Permeabilitas kubus geopolimer (100%LK 28hari;1,5 , 100%AAT 28hari;1,5, 100%BA 28hari+3hari;0,5)	Alvi				
	Pengujian UPV kubus geopolimer (100%LK 28hari;1,5 , 100%AAT 28hari;1,5, 100%BA 28hari+3hari;0,5)	Paramita, Nandia, Alvi				

						
Senin, 05-Des- 16	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr),(FA+SK 0,5 28 hr), (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan(FA+BA 1,5;3hr) ses.1	Alvi, Nandia	kampus ITS Manyar	09.00 – 19.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (100% AAT 0,5;56hr , 100%LK 0,5;56hr, FA+SB 80:20 0,5;56,28 hr, BA 1,5 ; 3hr dan FA+ASP 1,5;56,3hr)					
	Praktikum kubus geopolimer (100%SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5	Paramita, Ilmi, Freizna, Aprilia				
	Praktikum kubus geopolimer (50%BA + 50% FA) umur 3 hari perbandingan molar 1,5					
	Praktikum silinder geopolimer (50% FA+ 50% ASP) dan (50% FA+ 50% SB) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
Selasa, 06-Des-	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5	Paramita, Alvi, Freizna,	Kampus ITS Manyar	09.00 – 16.00	Kendala : -	

16	56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr), (FA+SK 0,5 28 hr), (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan (FA+BA 1,5;3hr) ses.2	Nandia			Solusi : -	
	Pengujian kuat Tekan FA + BA 1,5;3hr FA+AAT 0,5;3hr		Kampus ITS Sukolilo			
Kamis, 08-Des-16	Pengujian Porositas (50FA+50 AAT - 0,5 & 1,5 ; 56,28,3hr) (100% AAT 0,5 & 1,5 ; 3hr), (100% LK 0,5 & 1,5 ; 3hr),(50FA+50LK 0,5&1,5 56,28,3hr),(80FA+20AAT 0,5&1,5 56,28 hr),(FA+SK 0,5 2 hr) , (FA+SB 0,5&1,5 3hr) dan(FA+BA 1,5;3hr) ses.3	Alvi, Nandia, Aprilia, Paramita, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	Kendala : - Solusi : -	 
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% LK/AAT - 25%FA+75%LK/AAT) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5					
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA 8M & 12M 0,5-28hr, 100%SK 0,5;28hr ,FA+SK 56 hr, FA+SB 28hr, dan FA+ASP 1,5;28hr)					
Jum'at, 09-Des-16	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SAB 3hr)	Aprilia , Alvi	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	Kendala : - Solusi : -	
	Praktikum kubus geopolimer (100% BA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Freizna, Alvi, Aprilia				
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% SK -					

	25%FA+75%SK) umur 3 hari perbandingan molar 0,5					
	Praktikum silinder geopolimer (75% FA+ 25% BA - 25%FA+75%BA) umur 3 hari perbandingan molar 0,5 dan 1,5	Paramita, Alvi				
Selasa, 13-Des- 16	Pengujian Kuat Tekan (75%FA+25% (BA,AAT,LK dan SK) dan 25%FA+75% (BA,AAT, dan LK) -0,5 dan 1,5) 3hari	Paramita, Nandia, Alvi	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 17.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (100AAT, 100LK - 1,5 ; 56 hari , 80FA+20AAT 0,5;56 hr , 50FA+50AAT/LK 0,5;56hr dan 50FA+50BA 1,5&0,5;3hr)		kampus ITS Manyar			
Kamis,	Pengujian Kuat Tekan (75%SK+25%FA 0,5;3hr)	Paramita,	Kampus ITS	09.00 – 17.00	Kendala : -	

15-Des-16	Mix Silinder 75FA+25ASP dan 25FA+75ASP 1,5;3hr	Ilmi, Alvi, Freizna	Manyar		Solusi : -	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5&1,5 ; 56 hr dan FA+SK 0,5;28 hr)					
Senin, 19-Des-16	Mix Kubus geopolimer 50FA+50SK 0,5 ; 3hr	Paramita, Aprilia, Freizna	Kampus ITS Manyar	09.00 – 17.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA 12M & 8M - 0,5 ; 56 hari , 80FA+20AAT 1,5;56 hr , dan 50FA+50AAT/LK 1,5;56hr)	Alvi, Nandia				
Rabu, 21-Des-16	Pengujian Kuat Tekan (75%SB/ASP+25%FA 0,5;3hr, 75%FA+25%SB/ASP 0,5&1,5;3hr dan 50%FA+50%BA 0,5;56hr)	Paramita, Ilmi, Aprilia	Kampus ITS Sukolilo	09.00 – 17.00	Kendala : - Solusi : -	
	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5;56hr)		kampus ITS Manyar			
Kamis, 22-Des-16	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SK 0,5;3hr)	Freizna	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	

						
Jum'at, 23-Des- 16	Pengujian PERMEABILITAS DAN UPV (FA+SB 0,5 dan 1,5 ;56hr)	Paramita, Lili, Ratna	kampus ITS Manyar	09.00 – 15.00	Kendala : - Solusi : -	 



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM LANJUT JENJANG DIPLOMA IV
TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

No. Agenda :
080073/IT2.3.I.1.1/PP.05.01/2016
Tanggal : 12 Januari 2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Studi Pemanfaatan Limbah karbit dan Fly Ash pada Pasta Geopolimer		
Nama Mahasiswa	Nandia Samlistiya Putri	NRP	3115040638
Dosen Pembimbing 1	Ir. Boedi Wibowo, CES. NIP 19530424 198203 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD NIP 19730710 199802 1 002	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<i>Graph di lengkapi</i>	 Ir. Srie Subekti, MT NIP 19560520 198903 2 001
<i>- Kesimpulan ditambah untuk hasil perbandingan komposisi</i> <i>- Pertimbangan menggunakan 8M</i>	 R. Buyung Anugraha A, ST., MT NIP 19740203 200212 1 002
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI					
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Ir. Srie Subekti, MT	R. Buyung Anugraha A, ST., MT	-	-	Ir. Boedi Wibowo, CES.	Ridho Bayuaji, ST., MT., PhD
NIP 19560520 198903	NIP 19740203	NIP -	NIP -	NIP 19530424 198203	NIP 19730710 199802



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Kampus ITS Manyar, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : Nandia Samlistiya Putri
NRP : 3115040638
Judul Tugas Akhir : STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN FLY ASH PADA PASTA GEOPOLIMER

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Boedi Wibowo, CES
 2. Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	15-Feb-'16	Mencari tempat furnish, mencari volume limbah, proses didapatkan material lokal, kandungan yg ada didalamnya, literatur. Yang sudah meneliti.		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	23-Mar-'16	Mencari perbedaan beton normal & b.geopolimer, Mencari durability dan kuat tekan pada karbit, Keunggulan dan kelemahan karakteristi k karbit, Buat resume dari masing-masing literatur		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	2-Mei-16	Mencari literatur tentang limbah karbit		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	3-Mei-16	Ganti Judul: Study pengaruh/pemanfaatan limbah karbit pada pasta geopolimer, Komposisi 100% FA, karbit 100% → FA 50%, karbit 50% dan Acc		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	9 Mei-16	Acc proposal Proyek Akhir Terapan		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	18-Mei-16	Molaritas tergantung prosentase CaO jika CaO rendah maka molar tinggi. db. umur parameter pengujian 3,28, dan 56 hari		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Kampus ITS Manyar, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : NANDIA SAMLISTIYA PUTRI
NRP : 3115040638
Judul Tugas Akhir : STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN FLY ASH PADA PASTA GEOPOLIMER

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Boedi Wibowo, CES
 2. Ridho Bayuaji, ST, MT, PhD

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
7.	30 Mei 2016	- Benda uji UPV dan permeabilitas kubus 15 x 15 x 5 cm				
		→ Pengujian dilakukan pada umur 3, 28, dan 56 hari		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Komposisi ditambah 75%:25%				
		- Jumlah benda uji 6 buah				
				B	C	K
8.	19 Agustus 2016	- Deskripsikan tentang limbahmu		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tetap campur komposisi 50:50				
		- Pembakaran suhu 400°, 600°, 800° dilakukan oleh dibantu				
		- Harus tes XRF, XRD, SEM		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Lihat TA Zihad pozolan bromo				
				B	C	K
9.	2 Desember 2016	- Literatur Andre Kusianto				
		- Tujuan pertanyaan dari Bab 4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Data yg gagal dibuat Report				
		- Karbit termasuk jenis tipe apa dan dibandingkan dengan jurnal lain				
				B	C	K
		- Bentuk partikel bulat lebih cepat		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Judul boleh diganti				

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1. NANDIA SAMLISTIYA PUTRI
NRP : 1. 3115040638
Judul Tugas Akhir : STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN FLY ASH PADA PASTA GEOPOLIMER
Dosen Pembimbing : 1. Ir. BOEDI WIBOWO, CES
 2. RIDHO BAYUAJI, ST., MT., Ph.D

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
10	6 Desember 2016	- Judul tugas akhir tetap				
		- Metodologi dilengkapi langkah-langkah				
		- Latar belakang dicek lagi		B	C	K
11	7 Desember 2016	- Hasil uji UPV dan permeabilitas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Kesimpulan menjawab tujuan				
12.	7 Desember 2016	- Hubungan korelasi:				
		• UPV dengan kuat tekan		B	C	K
		• Permeabilitas dengan porositas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Kuat tekan dengan masing-masing tes				
		- Cek suhu ruang				
		• Tambahan kuat tekan komposisi		B	C	K
		75% FA : 25% LK — 75% LK : 25% FA		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		di umur 3 hari				
13.	5 Desember 2016	- Latar belakang dikorelasikan				
		dengan judul TA		B	C	K
		- Meminimalisir penggunaan Fly Ash		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Diganti grafik batang				
		- Korelasi dan setting time untuk data				
		lengkap memakai grafik, setting time		B	C	K
		rata-rata memakai batang. Korelasi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		memakai dot				

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama	: Nandia Samlistiya Putri	☐
NRP	: 3115040638	☐
Judul Tugas Akhir	: STUDI PEMANFAATAN LIMBAH KARBIT DAN FLY ASH PADA PASTA GEOPOLIMER	
Dosen Pembimbing	: 1. Ir. Boedi Wibowo, CES 2. Ridho Bayuaji, ST., MT., Ph.D	

[illegible]

Ket. :

B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal